2e ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1891

REVUE GÉNÉRALE
DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES GÉOMÉTRIES NON EUCLIDIENNES

Toute conclusion suppose des prémisses; ces prémisses elles-mêmes ou bien sont évidentes par elles-mêmes et n'ont pas besoin de démonstration, ou bien ne peuvent être établies qu'en s'appuyant sur d'autres propositions, et comme on ne saurait remonter ainsi à l'infini, toute science déductive, et en particulier la géométrie, doit reposer sur un certain nombre d'axiomes indémontrables. Tous les traités de géométrie débutent donc par l'énoncé de ces axiomes. Mais il y a entre eux une distinction à faire : quelques-uns, comme celui-ci par exemple : « deux quantités égales à une même troisième sont égales entre elles », ne sont pas des propositions de géométrie, mais des propositions d'Analyse. Je les regarde comme des jugements analytiques à priori, je ne m'en occuperai pas.

Mais je dois insister sur d'autres axiomes qui sont spéciaux à la géométrie. La plupart des traités en énoncent trois explicitement :

1° Par deux points ne peut passer qu'une droite;

2° La ligne droite est le plus court chemin d'un point à un autre;

3° Par un point on ne peut faire passer qu'une parallèle à une droite donnée.

Bien que l'on se dispense généralement de démontrer le second de ces axiomes, il serait possible de le déduire des deux autres et de ceux, beaucoup plus nombreux, que l'on admet implicitement sans les énoncer, ainsi que je l'expliquerai plus loin.

On a longtemps cherché en vain à démontrer également le troisième axiome, connu sous le nom de *postulatum d'Euclide*. Ce qu'on a dépensé d'efforts dans cet espoir chimérique est vraiment inimaginable. Enfin au commencement du siècle et à peu près en même temps, deux savants, un Russe et un Hongrois, Lowatschewski et Bolyai établirent d'une façon irréfutable que cette démonstration est impossible; ils nous ont à peu près débarrassés des inventeurs de géométries sans postulatum; depuis lors l'Académie des Sciences ne reçoit plus guère qu'une ou deux démonstrations nouvelles par an.

La question n'était pas épuisée; elle ne tarda pas à faire un grand pas par la publication du célèbre mémoire de Riemann intitulé : *Ueber die Hypothesen welche der Geometrie zum Grunde liegen*. Cet opuscule a inspiré la plupart des travaux récents dont je parlerai plus loin et parmi lesquels il convient de citer ceux de Beltrami et de von Helmholtz.

La Géométrie de Lowatchewski. — S'il était possible de déduire le postulatum d'Euclide des autres axiomes, il arriverait évidemment qu'en niant le postulatum, et en admettant les autres axiomes, on serait conduit à des conséquences contradictoires; il serait donc impossible d'appuyer sur de telles prémisses une géométrie cohérente.

Or c'est précisément ce qu'a fait Lowatchewski. Il suppose au début que :

L'on peut par un point mener plusieurs parallèles à une droite donnée ;

Et il conserve d'ailleurs tous les autres axiomes d'Euclide. De ces hypothèses, il déduit une suite de théorèmes entre lesquels il est impossible de relever aucune contradiction et il construit une géométrie dont l'impeccable logique ne le cède en rien à celle de la géométrie euclidienne.

Les théorèmes sont, bien entendu, très différents

de ceux auxquels nous sommes accoutumés et ils ne laissent pas de déconcerter un peu d'abord.

Ainsi la somme des angles d'un triangle est toujours plus petite que deux droits et la différence entre cette somme et deux droits est proportionnelle à la surface du triangle.

Il est impossible de construire une figure semblable à une figure donnée mais de dimensions différentes.

Si l'on divise une circonférence en n parties égales, et qu'on mène des tangentes aux points de division, ces n tangentes formeront un polygone si le rayon de la circonférence est assez petit; mais si ce rayon est assez grand, elles ne se rencontreront pas.

Il est inutile de multiplier ces exemples; les propositions de Lowatchewski n'ont plus aucun rapport avec celles d'Euclide, mais elles ne sont pas moins logiquement reliées les unes aux autres.

La Géométrie de Riemann. — Imaginons un monde uniquement peuplé d'êtres dénués d'épaisseur; et supposons que ces animaux « infiniments plats » soient tous dans un même plan et n'en puissent sortir. Admettons de plus que ce monde soit assez éloigné des autres pour être soustrait à leur influence. Pendant que nous sommes en train de faire des hypothèses, il ne nous en coûte pas plus de douer ces êtres de raisonnement et de les croire capables de faire de la géométrie. Dans ce cas, ils n'attribueront certainement à l'espace que deux dimensions.

Mais supposons maintenant que ces animaux imaginaires, tout en restant dénués d'épaisseur, aient la forme d'une figure sphérique, et non d'une figure plane et soient tous sur une même sphère sans pouvoir s'en écarter. Quelle géométrie pourront-ils construire? Il est clair d'abord qu'ils n'attribueront à l'espace que deux dimensions; ce qui jouera pour eux le rôle de la ligne droite, ce sera le plus court chemin d'un point à un autre sur la sphère, c'est-à-dire un arc de grand cercle; en un mot leur géométrie sera la géométrie sphérique.

Ce qu'ils appelleront l'espace, ce sera cette sphère d'où ils ne peuvent sortir et sur laquelle se passent tous les phénomènes dont ils peuvent avoir connaissance. Leur espace sera donc *sans limites* puisqu'on peut sur une sphère aller toujours devant soi sans jamais être arrêté, et cependant il sera *fini*; on n'en trouvera jamais le bout, mais on pourra en faire le tour.

Eh bien, la géométrie de Riemann, c'est la géométrie sphérique étendue à trois dimensions. Pour la construire, le mathématicien allemand a dû jeter par-dessus bord, non seulement le postulatum d'Euclide, mais encore le premier axiome : *Par deux points on ne peut faire passer qu'une droite.*

Sur une sphère, par deux points donnés on ne peut faire *en général* passer qu'un grand cercle (qui, comme nous venons de le voir, jouerait le rôle de la droite pour nos êtres imaginaires); mais il y a une exception : si les deux points donnés sont diamétralement opposés, on pourra faire passer par ces deux points une infinité de grands cercles.

De même dans la géométrie de Riemann, par deux points ne passera en général qu'une seule droite; mais il y a des cas exceptionnels où par deux points pourront passer une infinité de droites.

Il y a une sorte d'opposition entre la géométrie de Riemann et celle de Lowatchewski.

Ainsi la somme des angles d'un triangle est :

Égale à deux droits dans la géométrie d'Euclide.

Plus petite que deux droits dans celle de Lowatchewski.

Plus grande que deux droits dans celle de Riemann.

Le nombre des parallèles qu'on peut mener à une droite donnée par un point donné est égal :

A un dans la géométrie d'Euclide,

A zéro dans celle de Riemann,

A l'infini dans celle de Lowatchewski.

Ajoutons que l'espace de Riemann est fini, quoique sans limite, au sens donné plus haut à ces deux mots.

Les surfaces à courbures constantes. — Une objection restait possible cependant. Les théorèmes de Lowatchewski et de Riemann ne présentent aucune contradiction; mais quelque nombreuses que soient les conséquences que ces deux géomètres ont tirées de leurs hypothèses, ils ont dû s'arrêter avant de les avoir toutes épuisées, car le nombre en serait infini; qui nous dit alors que s'ils avaient poussé plus loin leurs déductions, ils n'auraient pas fini par arriver à quelque contradiction?

Cette difficulté n'existe pas pour la géométrie de Riemann, pouvu qu'on se borne à deux dimensions; la géométrie de Riemann à deux dimensions ne diffère pas en effet, nous l'avons vu, de la géométrie sphérique, qui n'est qu'une branche de la géométrie ordinaire et qui est par conséquent en dehors de toute discussion.

M. Beltrami, en ramenant de même la géométrie de Lowatchewski à deux dimensions à ne plus être qu'une branche de la géométrie ordinaire, a réfuté également l'objection en ce qui la concerne.

Voici comment il y est parvenu. Considérons sur une surface une figure quelconque. Imaginons que cette figure soit tracée sur une toile flexible et inextensible appliquée sur cette surface, de telle façon que quand la toile se déplace et se déforme,

les diverses lignes de cette figure puissent changer de forme, sans changer de longueur. En général, cette figure flexible et inextensible ne pourra se déplacer sans quitter la surface; mais il y a certaines surfaces particulières pour lesquelles un pareil mouvement serait possible : ce sont les surfaces à courbure constante.

Si nous reprenons la comparaison que nous faisions plus haut et que nous imaginions des êtres sans épaisseur vivant sur une de ces surfaces, ils regarderont comme possible le mouvement d'une figure dont toutes les lignes conservent une longueur constante. Un pareil mouvement paraîtrait absurde, au contraire, à des animaux sans épaisseur vivant sur une surface à courbure variable.

Ces surfaces à courbure constante sont de deux sortes :

Les unes sont *à courbure positive*, et peuvent être déformées de façon à être appliquées sur une sphère. La géométrie de ces surfaces se réduit donc à la géométrie sphérique, qui est celle de Riemann.

Les autres sont *à courbure négative*. M. Beltrami a fait voir que la géométrie de ces surfaces n'est autre que celle de Lowatchewski. Les géométries à deux dimensions de Riemann et de Lowatchewski se trouvent donc rattachées à la géométrie euclidienne.

Interprétation des géométries non-euclidiennes. — Ainsi s'évanouit l'objection en ce qui concerne les géométries à deux dimensions.

Il serait aisé d'étendre le raisonnement de M. Beltrami aux géométries à trois dimensions. Les esprits que ne rebute pas l'espace à quatre dimensions n'y verront aucune difficulté, mais ils sont peu nombreux. Je préfère donc procéder autrement.

Considérons un certain plan que j'appellerai fondamental et construisons une sorte de dictionnaire, en faisant correspondre chacun à chacun une double suite de termes écrits dans deux colonnes, de la même façon que se correspondent dans les dictionnaires ordinaires les mots de deux langues dont la signification est la même :

Espace	Portion de l'espace située au-dessus du plan fondamental.
Plan	Sphère coupant orthogonalement le plan fondamental.
Droite	Cercle coupant orthogonalement le plan fondamental.
Sphère	Sphère.
Cercle	Cercle.
Angle	Angle.
Distance de deux points	Logarithme du rapport anharmonique de ces deux points et des intersections du plan fondamental avec un cercle passant par ces deux points et le coupant orthogonalement.
etc...	etc...

Prenons ensuite les théorèmes de Lowatchewski et traduisons-les à l'aide de ce dictionnaire comme nous traduirions un texte allemand à l'aide d'un dictionnaire allemand-français. *Nous obtiendrons ainsi des théorèmes de la géométrie ordinaire.*

Par exemple, ce théorème de Lowatchewski : « la somme des angles d'un triangle est plus petite que deux droits » se traduit ainsi : « Si un triangle curviligne a pour côtés des arcs de cercle qui prolongés iraient couper orthogonalement le plan fondamental, la somme des angles de ce triangle curviligne sera plus petite que deux droits. » Ainsi, quelque loin que l'on pousse les conséquences des hypothèses de Lowatchewski, on ne sera jamais conduit à une contradiction. En effet, si deux théorèmes de Lowatchewski étaient contradictoires, il en serait de même des traductions de ces deux théorèmes, faites à l'aide de notre dictionnaire. mais ces traductions sont des théorèmes de géométrie ordinaire et personne ne doute que la géométrie ordinaire ne soit exempte de contradiction. D'où nous vient cette certitude et est-elle justifiée? C'est là une question que je ne saurais traiter ici, mais qui est bien intéressante et que je ne crois pas insoluble. Il ne reste donc plus rien de l'objection que j'ai formulée plus haut.

Ce n'est pas tout. La géométrie de Lowatchewski, susceptible d'une interprétation concrète, cesse d'être un vain exercice de logique et peut recevoir des applications ; je n'ai pas le temps de parler ici de ces applications ni du parti que M. Klein et moi en avons tiré pour l'intégration des équations linéaires.

Cette interprétation n'est d'ailleurs pas unique, et l'on pourrait établir plusieurs dictionnaires analogues à celui qui précède et qui tous permettraient par une simple « traduction » de transformer les théorèmes de Lowatchewski en théorèmes de géométrie ordinaire.

Les axiomes implicites. — Les axiomes explicitement énoncés dans les traités sont-ils les seuls fondements de la géométrie? On peut être assuré du contraire en voyant qu'après les avoir successivement abandonnés on laisse encore debout quelques propositions communes aux théories d'Euclide, de Lowatchewski et de Riemann. Ces propositions doivent reposer sur quelques prémisses que les géomètres admettent sans les énoncer. Il est intéressant de chercher à les dégager des démonstrations classiques.

Stuart-Mill a prétendu que toute définition contient un axiome, puisqu'en définissant on affirme implicitement l'existence de l'objet défini. C'est aller beaucoup trop loin; il est rare qu'en mathématiques on donne une définition sans la faire suivre par la démonstration de l'existence de l'objet défini, et quand on s'en dispense, c'est générale-

ment que le lecteur y peut aisément suppléer. Il ne faut pas oublier que le mot existence n'a pas le même sens quand il s'agit d'un être mathématique et quand il est question d'un objet matériel. Un être mathématique existe, pourvu que sa définition n'implique pas contradiction, soit en elle-même, soit avec les propositions antérieurement admises.

Mais si l'observation de Stuart-Mill ne saurait s'appliquer à toutes les définitions, elle n'en est pas moins juste pour quelques-unes d'entre elles. On définit quelquefois le plan de la manière suivante :

Le plan est une surface telle que la droite qui joint deux quelconques de ses points est tout entière sur cette surface.

Cette définition cache manifestement un nouvel axiome ; on pourrait, il est vrai, la changer, et cela vaudrait mieux, mais alors il faudrait énoncer l'axiome explicitement.

D'autres définitions peuvent donner lieu à des réflexions non moins importantes.

Telle est par exemple celle de l'égalité de deux figures : deux figures sont égales quand on peut les superposer; pour les superposer il faut déplacer l'une d'elles jusqu'à ce qu'elle coïncide avec l'autre; mais comment faut-il la déplacer ? Si nous le demandions, on nous répondrait sans doute qu'on doit le faire sans la déformer et à la façon d'un solide invariable. Le cercle vicieux serait alors évident.

En fait, cette définition ne définit rien : elle n'aurait aucun sens pour un être qui habiterait un monde où il n'y aurait que des fluides. Si elle nous semble claire, c'est que nous sommes habitués aux propriétés des solides naturels qui ne diffèrent pas beaucoup de celles des solides idéaux dont toutes les dimensions sont invariables.

Cependant, toute imparfaite qu'elle soit, cette définition implique un axiome.

La possibilité du mouvement d'une figure invariable n'est pas une vérité évidente par elle-même; ou du moins elle ne l'est qu'à la façon du postulatum d'Euclide et non comme le serait un jugement analytique *a priori*.

D'ailleurs en étudiant les définitions et les démonstrations de la géométrie on voit qu'on est obligé d'admettre, sans les démontrer, non seulement la possibilité de ce mouvement, mais encore quelques-unes de ses propriétés.

C'est ce qui ressort d'abord de la définition de la ligne droite. On en a donné beaucoup de défectueuses, mais la véritable est celle qui est sous-entendue dans toutes les démonstrations où la ligne droite intervient :

« Il peut arriver que le mouvement d'une figure invariable soit tel que tous les points d'une ligne appartenant à cette figure restent immobiles pendant que tous les points situés en dehors de cette ligne se meuvent. Une pareille ligne s'appellera une ligne droite. » Nous avons à dessein, dans cet énoncé, séparé la définition de l'axiôme qu'elle implique.

Beaucoup de démonstrations, telles que celles des cas d'égalité des triangles, de la possibilité d'abaisser une perpendiculaire d'un point sur une droite, supposent des propositions qu'on se dispense d'énoncer, puisqu'elles obligent à admettre qu'il est possible de transporter une figure dans l'espace d'une certaine manière.

La quatrième géométrie. — Parmi ces axiomes implicites, il en est un qui me semble mériter quelque attention, non seulement parce qu'il a donné lieu à une discussion récente[1], mais parce qu'en l'abandonnant, on peut construire une quatrième géométrie aussi cohérente que celles d'Euclide, de Lowatchewski et de Riemann.

Pour démontrer que l'on peut toujours élever en un point A une perpendiculaire à une droite AB, on considère une droite AC mobile autour du point A et primitivement confondue avec la droite fixe AB ; et on la fait tourner autour du point A jusqu'à ce qu'elle vienne dans le prolongement de AB.

On suppose ainsi deux propositions : d'abord qu'une pareille rotation est possible, et ensuite qu'elle peut se continuer jusqu'à ce que les deux droites viennent dans le prolongement l'une de l'autre.

Si l'on admet le premier point et que l'on rejette le second, on est conduit à une suite de théorèmes encore plus étranges que ceux de Lowatchewski et de Riemann, mais également exempts de contradiction.

Je ne citerai qu'un de ces théorèmes et je ne choisirai pas le plus singulier : *une droite réelle peut être perpendiculaire à elle-même.*

Le Théorème de Lie. — Le nombre des axiomes implicitement introduits dans les démonstrations classiques est plus grand qu'il ne serait nécessaire, et il serait intéressant de le réduire au minimum. On peut se demander d'abord si cette réduction est possible, si le nombre des axiomes nécessaires et celui des géométries imaginables n'est pas infini.

Un théorème de M. Sophus Lie domine toute cette discussion. On peut l'énoncer ainsi :

Supposons qu'on admette les prémisses suivantes :

---

[1] Voir MM. Renouvier, Léchalas, Calinon. *Revue Philosophique*, juin, 1889. *Critique Philosophique*, 30 septembre et 30 novembre 1889 ; *Revue Philosophique*, 1890, page 158; voir en particulier la discussion sur le « postulat de perpendicularité ».

1° L'espace a n dimensions.

2° Le mouvement d'une figure invariable est possible.

3° Il faut p conditions pour déterminer la position de cette figure dans l'espace.

Le nombre des géométries compatibles avec ces prémisses sera limité.

Je puis même ajouter que si n est donné, on peut assigner à p une limite supérieure.

Si donc on admet la possibilité du mouvement, on ne pourra inventer qn'un nombre fini (et même assez restreint) de géométries à trois dimensions.

Les géométries de Riemann. — Cependant ce résultat semble contredit par Riemann, car ce savant construit une infinité de géométries différentes, et celle à laquelle on donne ordinairement son nom n'en est qu'un cas particulier.

Tout dépend, dit-il, de la façon dont on définit la longueur d'une courbe. Or il y a une infinité de manières de définir cette longueur, et chacune d'elles peut devenir le point de départ d'une nouvelle géométrie.

Cela est parfaitement exact; mais la plupart de ces définitions sont incompatibles avec le mouvement d'une figure invariable, que l'on suppose possible dans le théorème de Lie. Ces géométries de Riemann, si intéressantes à divers titres, ne pourraient donc jamais être que purement analytiques et ne se prêteraient pas à des démonstrations analogues à celles d'Euclide.

De la nature des axiomes. — La plupart des mathématiciens ne regardent la géométrie de Lowatchewski que comme une simple curiosité logique; quelques-uns d'entre eux sont allés plus loin cependant. Puisque plusieurs géométries sont possibles, est-il certain que ce soit la nôtre qui soit vraie? L'expérience nous apprend sans doute que la somme des angles d'un triangle est égale à deux droits; mais c'est parce que nous n'opérons que sur des triangles trop petits; la différence, d'après Lowatchewski, est proportionnelle à la surface du triangle: ne pourra-t-elle devenir sensible quand nous opérerons sur des triangles plus grands ou quand nos mesures deviendront plus précises? La géométrie Euclidienne ne serait ainsi qu'une géométrie provisoire.

Pour discuter cette opinion, nous devons d'abord nous demander quelle est la nature des axiomes géométriques.

Sont-ce des jugements synthétiques a priori, comme dirait Kant?

Ils s'imposeraient alors à nous avec une telle force, que nous ne pourrions concevoir la proposition contraire, ni bâtir sur elle un édifice théorique. Il n'y aurait pas de géométrie non euclidienne.

Pour s'en convaincre, qu'on prenne un véritable jugement synthétique a priori, par exemple celui-ci:

Si l'on a une suite infinie de nombres entiers positifs, tous différents entre eux, il y en aura toujours un qui sera plus petit que tous les autres.

Ou cet autre qui est équivalent:

Si un théorème est vrai pour le nombre 1, *si on a démontré qu'il est vrai de* $n+1$, *pourvu qu'il le soit de* n, *il sera vrai de tous les nombres entiers positifs.*

Qu'on essaie ensuite de s'y soustraire et de fonder, en niant ces propositions, une fausse arithmétique analogue à la géométrie non euclidienne, — on n'y pourra pas parvenir; on serait même tenté au premier abord de regarder ces jugements comme analytiques.

D'ailleurs, reprenons notre fiction des animaux sans épaisseur; nous ne pouvons guère admettre que ces êtres, s'ils ont l'esprit fait comme nous, adopteraient la géométrie euclidienne qui serait contredite par toute leur expérience?

Devons-nous donc conclure que les axiomes de la géométrie sont des vérités expérimentales? Mais on n'expérimente pas sur des droites ou des circonférences idéales; on ne peut le faire que sur des objets matériels. Sur quoi porteraient donc les expériences qui serviraient de fondement à la géométrie? La réponse est facile.

Nous avons vu plus haut que l'on raisonne constamment comme si les figures géométriques se comportaient à la manière des solides. Ce que la géométrie emprunterait à l'expérience, ce seraient donc les propriétés de ces corps.

Mais une difficulté subsiste, et elle est insurmontable. Si la géométrie était une science expérimentale, elle ne serait pas une science exacte, elle serait soumise à une continuelle révision. Que dis-je? elle serait dès aujourd'hui convaincue d'erreur puisque nous savons qu'il n'existe pas de solide rigoureusement invariable.

Les axiomes géométriques ne sont donc ni des jugements synthétiques à priori ni des faits expérimentaux.

Ce sont des *conventions*; notre choix, parmi toutes les conventions possibles, est *guidé* par des faits expérimentaux; mais il reste *libre* et n'est limité que par la nécessité d'éviter toute contradiction. C'est ainsi que les postulats peuvent rester *rigoureusement* vrais quand même les lois expérimentales qui ont déterminé leur adoption ne sont qu'approximatives.

En d'autres termes, *les axiomes de la géométrie* (je ne parle pas de ceux de l'arithmétique) *ne sont que des définitions déguisées.*

Dès lors, que doit-on penser de cette question: La géométrie euclidienne est-elle vraie?

Elle n'a aucun sens.

Autant demander si le système métrique est vrai et les anciennes mesures fausses; si les coordonnées cartésiennes sont vraies et les coordonnées polaires fausses. Une géométrie ne peut pas être plus vraie qu'une autre; elle peut seulement être *plus commode.*

Or la géométrie euclidienne est et restera la plus commode :

1° Parce qu'elle est la plus simple; et elle n'est pas telle seulement par suite de nos habitudes d'esprit ou de je ne sais quelle intuition directe que nous aurions de l'espace euclidien; elle est la plus simple en soi de même qu'un polynôme du premier degré est plus simple qu'un polynôme du second degré.

2° Parce qu'elle s'accorde assez bien avec les propriétés des solides naturels, ces corps dont se rapprochent nos membres et notre œil et avec lesquels nous faisons nos instruments de mesure.

La géométrie et l'astronomie. — On a également posé la question d'une autre manière. Si la géométrie de Lowatchewski est vraie, la parallaxe d'une étoile très éloignée sera finie; si celle de Riemann est vraie, elle sera négative. Ce sont là des résultats qui semblent accessibles à l'expérience et on a espéré que les observations astronomiques pourraient permettre de décider entre les trois géométries.

Mais ce qu'on appelle ligne droite en astronomie, c'est simplement la trajectoire du rayon lumineux. Si donc, par impossible, on venait à découvrir des parallaxes négatives, ou à démontrer que toutes les parallaxes sont supérieures à une certaine limite, on aurait le choix entre deux conclusions : nous pourrions renoncer à la géométrie euclidienne ou bien modifier les lois de l'optique et admettre que la lumière ne se propage pas rigoureusement en ligne droite.

Inutile d'ajouter que tout le monde regarderait cette solution comme plus avantageuse.

La géométrie euclidienne n'a donc rien à craindre d'expériences nouvelles.

Qu'on me passe, en terminant, un petit paradoxe :

Des êtres dont l'esprit serait fait comme le nôtre et qui auraient les mêmes sens que nous, mais qui n'auraient reçu aucune éducation préalable, pourraient recevoir d'un monde extérieur convenablement choisi des impressions telles qu'ils seraient amenés à construire une géométrie autre que celle d'Euclide et à localiser les phénomènes de ce monde extérieur dans un espace non euclidien ou même dans un espace à quatre dimensions.

Pour nous, dont l'éducation a été faite par notre monde actuel, si nous étions brusquemment transportés dans ce monde nouveau, nous n'aurions pas de difficultés à en rapporter les phénomènes à notre espace euclidien.

Quelqu'un qui y consacrerait son existence pourrait peut-être arriver à se représenter la quatrième dimension.

Je crains dans ces dernières lignes de n'avoir pas été très clair; je ne pourrais l'être qu'avec de nouveaux développements ; mais j'ai déjà été trop long et ceux que ces développements pourraient intéresser ont lu Helmholtz.

Dans mon désir d'être bref, j'ai affirmé plus que je n'ai prouvé; que le lecteur veuille bien me le pardonner. On a tant écrit sur ce sujet; on a tant émis d'opinions différentes que la discussion en remplirait un volume.

H. Poincaré,
de l'Académie des Sciences

SUR LES ALIÉNÉS PERSÉCUTEURS

Sous le nom d'aliénés persécuteurs nous ne voulons point comprendre tous ceux que le hasard de leur délire peut pousser un jour ou l'autre à se venger de leurs ennemis imaginaires : tels sont, par exemple, les délirants chroniques à évolution systématique qui, arrivés à la période de persécution, réagissent violemment contre ceux que leurs hallucinations leur désignent; tels sont encore les dégénérés à délires systématisés de persécution ou de grandeur, hallucinés ou non, qui, plus ou moins rapidement, se transforment en persécuteurs et poursuivent ceux dont ils croient avoir à se plaindre. Nous entendons au contraire décrire un groupe clinique que ses allures spéciales, toujours semblables à elles-mêmes, isolent d'une façon bien nette. Les sujets auxquels nous faisons allusion et que l'on désigne habituellement sous le nom de *persécutés-persécuteurs*, de *persécuteurs-raisonnants*, ne persécutent point d'une façon secondaire, épisodique pour ainsi dire, comme les malades précédents : le besoin de poursuivre leurs ennemis, d'obtenir justice de torts imaginaires ou d'une condamnation soi-disant injuste, est au contraire chez eux la note dominante, l'élément fondamental de leur délire ; leurs actes plus encore que leurs conceptions sont de nature pathologique. Chez eux point de désordre dans les idées, ni de délire bruyant et extravagant, ni de troubles hallucinatoires; point de ces conceptions ambitieuses ou de ces idées de persécution dont l'inco-

hérence ou l'absurdité éclatent aux yeux de tous : rien en un mot de ce qui est caractéristique, pour le public, de l'aliénation mentale. Invite-t-on ces sujets à exposer leurs doléances, à rédiger leur histoire, on constate que les faits sont racontés avec précision, que la mémoire est intacte, que les facultés syllogistiques persistent. Quelle est donc, dira-t-on, la folie d'aliénés que l'on dépeint si lucides? Pour mettre bien en lumière la réalité des troubles psychiques de ces persécuteurs, il faut faire d'abord leur histoire naturelle, et voici ce que nous enseigne la clinique :

Le persécuté-persécuteur appartient à la grande famille des dégénérés. On sait que les états de dégénérescence, qui reconnaissent le plus souvent pour cause les tares psychopathiques ou les intoxications des ascendants, sont caractérisés par des anomalies du développement tant physique que psychique. Le persécuteur, habituellement issu d'une famille tarée au point de vue cérébral, est fréquemment porteur des stigmates physiques de la dégénérescence (malformations craniennes, asymétrie faciale, anomalies des organes génitaux, etc.); il présente en outre l'état mental propre aux dégénérés : c'est dire que chez lui la déséquilibration des diverses facultés est la règle. Grâce à ses lacunes morales et intellectuelles peuvent se montrer des idées obsédantes, des impulsions, des préoccupations hypochondriaques, des troubles émotifs, des idées de suicide, des manifestations anormales de l'instinct sexuel, des accès maniaques. Dès l'enfance du sujet se révèlent des tendances aux idées de persécution et à la chicane; plus tard son caractère détestable, son besoin de dispute mettent partout la discorde : son orgueil démesuré, son habitude de se poser en victime, ses dénonciations calomnieuses en font un véritable fléau. Etant données ces prédispositions, qu'un accident survienne (procès perdu, etc.), et le dégénéré se révèle par la nature de ses réactions : l'équilibre mental très instable est dès lors détruit; l'idée fixe d'obtenir justice s'installe d'une façon irrévocable. Le ressentiment des échecs que le sujet a subis et qui ne sont imputables qu'à ses imperfections psychiques se transforme ainsi en une véritable idée obsédante qui est seule désormais à diriger une activité dévoyée. Accumulant les interprétations fausses, stimulé par les insuccès qui sont pour lui autant de dénis de justice, le déséquilibré poursuit avec un acharnement aveugle ses prétendus ennemis et se transforme ainsi en persécuteur.

Les anomalies du développement psychique de ces aliénés n'excluent pas d'ailleurs chez quelques-uns la prédominance de certaines aptitudes (*dégénérés supérieurs*). Rusés et menteurs, d'une patience et d'une activité infatigables, ils mettent leur mémoire, leur imagination, leurs facultés syllogistiques, leur facilité d'élocution, parfois très développées, au service de leurs sentiments maladifs, de leur haine profonde. Condamnés une première fois à la suite d'actes extravagants ou déboutés de demandes non fondées, ils prétendent obtenir des indemnités et faire proclamer l'erreur judiciaire dont ils ont été victime. L'idée obsédante qui les tourmente ne leur laisse plus désormais un instant de repos : ils veulent redresser les torts, flétrir les dénis de justice, obtenir des réparations pour les prétendus dommages portés à leur considération. Si, au début, leurs discours et leurs démarches semblent ne tenir que de la passion, à mesure qu'ils s'exaltent, leur désir de faire triompher leur cause n'a plus de frein et les subjugue complètement : le caractère maladif devient évident. Il s'agit là, non pas, comme pourraient le croire ceux qui ne sont pas familiarisés avec les réactions de ces aliénés, d'un état passionnel, non pas d'une revendication légitime de droits injustement lésés, mais bien d'une obsession de jour en jour plus tyrannique et pour la satisfaction de laquelle le malade, négligeant sa profession, sans souci de l'avenir et de ses véritables intérêts, tout entier à sa soif de vengeance, n'hésite pas à sacrifier sa fortune, sa famille, sa liberté même.

Ce qui caractérise encore les persécuteurs, c'est la haute idée qu'ils ont de leur personnalité : d'un orgueil et d'une vanité incommensurables, ils s'imaginent que le monde entier a les yeux sur eux, qu'ils sont appelés à jouer un rôle important. « Le moule qui me fit se brisa après ma naissance, écrit l'un d'eux. Il n'y a qu'un Dieu, s'il y en a un, ce qui est douteux, mais il n'y a qu'un moi, et ce moi vaut bien la peine qu'on s'en occupe. » Une fois internés, ils s'étonnent que leur arrestation n'ait point causé plus d'émotion, qu'une révolution n'ait point éclaté. Ils restent persuadés que s'ils n'obtiennent point leur liberté, c'est que des considérations politiques s'y opposent, que les ministres se préoccupent de leurs faits et gestes, etc.

Un autre trait bien typique de ces aliénés est la présence de lacunes morales plus ou moins profondes ; dénués souvent de toute notion du bien et du mal, ils commettent des indélicatesses, des abus de confiance, mais ont toujours à la bouche les mots de conscience et d'honneur. Ils ne craignent pas de porter contre des personnes honorables les accusations les plus injustes : tous les fonctionnaires à qui ils ont eu affaire ont trahi leur cause, sont vendus à leurs ennemis ou veulent tirer vengeance des révélations qu'ils ont faites : « C'est une comédie indigne de la justice, disent-ils. »

Ces persécuteurs partent parfois d'un fait vrai

mais démesurément amplifié, et, insensibles à toute considération, avides de scandales, ils entreprennent une campagne acharnée, montrant dans leurs revendications une ténacité infatigable. Ils cherchent par tous les moyens possibles à attirer l'attention sur leur affaire : l'un s'affuble d'un costume étrange, l'autre tire un coup de revolver en l'air au passage du chef de l'État ; quelques-uns posent leur candidature aux élections. Très prolixes, très loquaces, ils accumulent leurs prétendues preuves avec une logique apparente, s'appuient sur des arguments tirés de la lecture du Code, sur des faits vrais auxquels ils ajoutent des compléments imaginaires, ou qu'ils interprètent d'une façon erronée ; ils en imposent parfois ainsi et rendent difficile la distinction du vrai et du faux. Souvent dans ces périodes d'excitation intellectuelle le persécuteur offre l'aspect clinique décrit sous le nom de *manie raisonnante* : l'exaltation psychique est à son summum, mais la lucidité persiste, bien que le malade n'ait pas conscience de son état de surexcitation. Dévoré par un besoin d'activité jamais satisfait, il se multiplie de tous côtés, aborde mille entreprises, écrit aux personnages en vue, consulte des avocats, demande des audiences, passe ses nuits à rédiger de volumineux mémoires, réclame à des médecins des certificats constatant qu'il jouit de la plénitude de ses facultés, dépose des plaintes, cherche à gagner à sa cause la Presse, fait parvenir des pétitions au Parlement, aux autorités, etc... Dans leurs écrits interminables ces sujets affectent une grande précision, font suivre chacune de leur allégations des mots : dont témoignages... preuves... sic. L'aspect de ces factums est parfois à lui seul caractéristique : la plupart des phrases sont soulignées 2, 3 et 4 fois ; certains mots sont écrits en caractères spéciaux, ou avec une encre de couleur différente, etc. Dans le long récit de leur existence ils opposent leur désintéressement, leur dévouement à la vénalité de leurs juges, aux trahisons de leurs avocats, au manque de conscience de leurs médecins : « leur vie n'est qu'un martyre... on les tue à coups d'épingles, à coups de poings, à coups de cœur » ; ils apostrophent leurs ennemis et les adjurent « si la mèche de la conscience et de l'honneur fume encore en eux » de cesser leurs iniquités. Parfois ils prennent des allures de prophète : « Prenez garde ! s'écrient-ils, il y a un Dieu vengeur de l'innocent » ! Une persécutrice observée par nous qui signe ses lettres ; *F... quintruple victime*, adressait à divers personnages des requêtes intitulées « Appel aux âmes justes et aux cœurs nobles pour une quintruple victime. »

Les échecs répétés que subissent ces malades, loin de les décourager, sont pour eux autant d'iniquités nouvelles, autant de stimulants venant aiguillonner leur activité maladive dans une lutte qui est devenue désormais leur seul but. Leur excitation intellectuelle s'accroissant, ils veulent bientôt se faire arrêter, espérant comparaître devant un tribunal, cherchent à s'introduire auprès du Président de la République ; ils en viennent ensuite aux injures, aux écrits et aux placards diffamatoires ; ils impriment eux-mêmes des affiches pour demander « la nullité de jugements entachés de dol, rendus contre eux en secret et en abus de loi » ; ils font distribuer sur la voie publique des mémoires justificatifs. Enfin ils en arrivent aux tentatives de chantage, aux menaces et aux actes de violence, et parfois, s'érigeant en justiciers, ils n'hésitent pas à frapper mortellement celui qu'ils ont condamné.

Ce qui les distingue nettement des délirants chroniques, des persécutés, c'est l'absence de troubles hallucinatoires ; les hallucinations ne se montrent chez les dégénérés persécuteurs qu'à titre d'exception. Celles de l'ouïe, quand elles existent, n'offrent pas cette marche si curieuse qui du mot isolé, du monologue, conduit au *dialogue* et à *l'écho de la pensée* (le patient écoutant deux interlocuteurs imaginaires discuter ensemble, ou entendant répéter chacune de ses pensées). Cependant, il est des circonstances où le diagnostic peut être malaisé au début : il arrive parfois qu'un persécuteur raisonnant présente des hallucinations passagères qui, en l'absence de renseignements, peuvent embarrasser pendant quelque temps le médecin. D'autre part un délirant chronique chez lequel la psychose n'est pas ancienne, qui dissimule ses hallucinations, et qui, dans son mode de réagir, emprunte les procédés des persécuteurs, peut également faire hésiter le diagnostic.

Une autre distinction importante, c'est l'absence chez les aliénés que nous étudions d'une évolution méthodique, d'une métamorphose des idées de persécution en délire de grandeur comme dans le délire chronique. Il y a dans l'existence du délirant chronique deux parts bien tranchées : une première, souvent longue, sans manifestation morbide ; une seconde, avec des symptômes et une marche caractéristiques. Chez les persécutés-persécuteurs il n'en est plus de même ; faire l'histoire de la maladie, c'est faire celle du malade. Il se montre dès le début orgueilleux et persécuté ; il est aujourd'hui ce qu'il était hier, ce qu'il sera toujours. L'étude des antécédents héréditaires de ces sujets fait déjà pressentir un prédisposé qui se révèle souvent par l'existence de stigmates physiques de dégénérescence ; celle de ses antécédents personnels le montre avec sa

déséquilibration psychique, avec les lacunes d'une intelligence brillante parfois par certains côtés, avec les anomalies de ses instincts et les contradictions de son caractère. Tandis que chez le délirant chronique l'affection mentale contrastait avec le passé cérébral du sujet, pour le persécuteur au contraire elle n'est que l'exagération du caractère antérieur chez un individu toujours mal équilibré.

Si la psychose du persécuteur raisonnant ne procède pas par des étapes bien délimitées, si elle ne subit pas une transformation totale comme le délire chronique, ce n'est pas à dire qu'elle reste stéréotypée à jamais : elle n'évolue pas sans doute, mais elle prend une extension toujours envahissante. Au début, en effet, les réclamations de ces aliénés portent sur un fait personnel : ils exigent une part d'héritage dont ils prétendent avoir été frustrés, ils veulent obtenir une indemnité pour une condamnation injuste; plus tard ils se découvrent de nouveaux ennemis, accumulent de nouveaux sujets de plaintes ; le cercle de leurs accusations s'agrandit, mais leurs intérêts propres sont alors seuls en jeu. Avec les années ils finissent presque par oublier le point de départ de leurs réactions maladives : ce n'est plus leur cause à eux qu'ils défendent, mais celle des opprimés, celle de la vérité et de la justice. Ce rôle désintéressé qu'ils s'attribuent leur donne une idée toujours plus haute de leur personnalité; ils en arrivent à se croire les instruments de la Providence: l'un se proclame « le martyr de la vérité », l'autre « la victime et le bouc d'Israël » ; ils se comparent à Jésus-Christ; comme lui, ils ont été vendus : « Si Dieu, écrit l'un d'eux, fait le miracle incessant de me conserver la vie, il me force par là de continuer mes réclamations : c'est une volonté spéciale d'en haut pour l'accomplissement de vues particulières... Mon triomphe sera celui de la gloire de Dieu et du bien-être général ». Comme on le voit, si les idées d'orgueil atteignent avec le temps à un degré extrême, jamais cependant elles n'aboutissent à de véritables conceptions délirantes, à la mégalomanie. Enfin, si chez les persécuteurs raisonnants les troubles psychiques peuvent être précoces, ils peuvent en outre se prolonger indéfiniment sans s'effacer dans la démence comme dans le délire chronique. Quelquefois surviennent des accidents apoplectiques déterminés par des foyers d'hémorrhagie cérébrale, comme chez Sandon; mais ces complications sont moins fréquentes qu'on ne l'avait pensé.

Les aliénés atteints de délire systématisé font parfois, on le sait, partager leurs idées délirantes à ceux qui vivent avec eux dans un contact journalier (folie à deux, folie communiquée) ; le persécuteur raisonnant peut encore bien plus facilement communiquer à autrui ses convictions erronées. Il s'était fait le combattant du Droit, il a souffert et lutté seul contre les tribunaux, les médecins, les autorités ; son attitude d'opprimé que l'adversité n'a pas abattu lui conquiert des sympathies ; ses infortunes émeuvent bien des gens, en même temps que son activité intellectuelle, la dialectique avec laquelle il soutient ses revendications, l'absence de trouble sensoriel, entraînent la conviction de certains. Mais tandis que la contagion pour le délirant chronique se limite aux proches, pour l'aliéné persécuteur, elle rayonne bien au delà et le malade trouve des défenseurs dans la Presse et dans le public.

D'après leurs tendances maladives, et suivant les procédés qu'ils emploient, les persécuteurs peuvent être distingués en différents groupes. Les uns, *persécuteurs processifs*, n'emploient pas, en général, les moyens violents : ils déposent des plaintes au Parquet, traduisent leurs ennemis en justice, affirment qu'on recrute contre eux de faux témoins, étudient les codes dont ils apprennent par cœur tous les articles se rapportant à leur affaire, font procès sur procès, réclament des indemnités formidables aux médecins qui les ont examinés, épuisent toutes les juridictions sans jamais se lasser de leurs échecs. Quelques-uns s'unissent à d'autres processifs, fondent une « Union des opprimés pour la protection de ceux qui ont eu à subir les injustices des tribunaux », et notifient la constitution de cette Société au Gouvernement. Nous avons observé un de ces processifs, âgé de trente ans, fils d'aliéné, dont la déséquilibration mentale s'était manifestée dès la jeunesse. Fantasque, exalté, il prétendait, étant militaire, que ses chefs lui en voulaient, qu'on cherchait à l'empoisonner; il eut à subir plusieurs condamnations assez sérieuses motivées par des actes qui révélaient ses tendances, entre autres pour avoir poursuivi de ses obsessions une jeune fille, et pour avoir fait un rapport contre un de ses officiers. Interné pour des idées de persécution avec hallucinations passagères de l'ouïe, il attribue sa séquestration à « des influences occultes » : « Le Parquet, dit-il, veut étouffer sa voix, le déshonorer. » Une fois en liberté, il entreprend une campagne très active, fatigue de ses requêtes toutes les autorités, poursuit les médecins qui ont délivré contre lui des certificats « devant, dit-il, être considérés en Cour de Justice comme pièces à conviction d'un crime qui, après avoir reçu un commencement d'exécution, ne fut pas entièrement perpétré par suite de circonstances indépendantes de la volonté de leurs auteurs ». Il accable un médecin de lettres injurieuses, exige

un certificat de sortie, fait suivre sa signature de titres fantaisistes tels que : « attaché de ministère », « Citoyen de la République Française », ou encore de lettres rangées en carré : H. W. D. R. Il adresse des pétitions aux Chambres « en réparation d'un préjudice indûment causé », envoie des lettres de protestation aux journaux qui publient son histoire sous le titre de « Crime sans nom », convoque les médecins à des réunions publiques dans lesquelles il expose sa séquestration, réclame l'assistance judiciaire pour « suivre contre le médecin et le personnel du service une action en justice », et obtenir des dommages-intérêts.

D'autres, d'un naturel plus violent et qui ont parfois déjà subi de nombreuses condamnations pour injures, menaces et coups, se lassent bientôt de recourir inutilement aux voies légales : ils se montrent agressifs et menaçants : « J'ai déjà employé tous les moyens conciliants et juridiques possibles, écrit l'un d'eux; les moyens extrêmes me sont permis maintenant devant Dieu et devant les hommes. » Après avoir employé la diffamation par cartes postales et par voie d'affiches manuscrites placardées dans les rues, ils poursuivent sans répit celui auquel leur haine s'est attachée : ils se postent à sa porte durant des heures entières, le suivent dans la rue, l'interpellent, l'outragent, provoquent un attroupement : « Je suis attaché à la porte de votre ministère comme le hibou à la porte d'une écurie, » écrivait l'un d'eux à un ministre. Enfin ils n'hésitent pas à se faire justice eux-mêmes par des voies de fait et même par un meurtre (*Persécuteurs homicides.*)

Nous avons observé à Sainte-Anne un persécuteur qui a fait de nombreux séjours à la fois dans les prisons et dans les asiles d'aliénés. Fils d'un père ivrogne, s'excitant lui-même facilement sous l'influence d'excès alcooliques, il présentait une conformation vicieuse du crâne et une prononciation défectueuse. A son retour des colonies, où il avait été cassé de son grade de caporal, il exerça successivement diverses professions. En 1879, se croyant frustré dans une succession, il fait écrire à des parents des lettres de menaces et se livre à des voies de fait sur son oncle, délit pour lequel il est condamné à six moix de prison. Deux ans après, nouveaux actes de violence suivis de trois mois de prison. Plus tard, il se figure que M. X..., le maire, fait courir le bruit que sa condamnation lui enlève ses droits électoraux : il étudie alors le Code, écrit au procureur de la République, enfin invective M. X..., qui, d'après lui, le persécute de toutes façons. Arrêté en 1885, il est, après un mois d'emprisonnement, transféré dans un asile d'aliénés. En 1886 nouvelle condamnation pour injures à l'adjoint du maire : à peine sorti de prison il est de nouveau arrêté et condamné pour des faits identiques. Aussitôt en liberté, il se décide à faire connaître son histoire par voie d'affiches manuscrites qu'il colle dans sa commune, sur les principaux monuments de Paris et à la porte du Crédit Foncier (dont le conseil d'administration compte M. X... parmi ses membres). Il placarde ainsi 150 affiches de grand format qui ne lui demandent pas moins de 3 heures de travail chacune. En outre il continue à diffamer M. X... et il est condamné de nouveau pour avoir frappé le garde champêtre. Il se fait arrêter au moment où il collait son immense affiche à l'entrée du Palais-Bourbon. Il veut « lancer son affaire », dit-il, et compte sur l'appui d'avocats célèbres pour défendre sa cause. En 1888, il entre à Sainte-Anne pour la troisième fois. Il avait fait le pari de toucher la main de M. X... : il s'introduit chez ce dernier, lui prend la main et se retire. Quelque temps après il affiche un placard injurieux à la porte du Crédit Foncier : il est assigné en police correctionnelle. Enfin on l'arrête couché sur la voie publique, porteur d'un revolver. Il parle avec volubilité, récite par cœur son affiche et des pages entières du Code; il proteste hautement contre son internement. Ajoutons qu'ayant reçu une somme de 5,800 francs qui lui revenait de l'héritage paternel il reste convaincu, malgré l'affirmation de sa mère, que cet argent lui a été remis de la part de M. X... comme indemnité.

Dans certains cas ce n'est pas seulement, comme chez les persécuteurs précédents, le souvenir obsédant d'une injustice subie qui poursuit le malade et qui arme son bras contre ceux dont il croit avoir à se plaindre : c'est l'intérêt d'un parti politique, d'une classe sociale, le salut de la Patrie qui le pousse au meurtre. Une fois l'idée installée qu'il peut par la mort d'un homme sauver tous ces grands intérêts, il n'y a plus dans sa vie place pour autre chose ; il va à son but avec une ténacité aveugle, faisant bon marché de son existence pour accomplir la mission dont il s'est chargé. Certains *régicides* nous offrent des exemples de cet état de déséquilibration mentale. Chez eux également une idée obsédante envahit la conscience, absorbant à son profit toute l'activité psychique du sujet : Lamartine dans le portrait qu'il trace de Louvel, l'assassin du duc de Berry nous montre un de ces fanatiques « roulant dans une tête étroite une pensée mal comprise et *souffrant jusqu'à ce que sa main fatale l'ait déchargé par un crime du poids et du martyre de son idée.* »

Nous avons eu occasion d'examiner à Ste-Anne un de ces sujets qui avait fait une tentative d'assassinat sur un haut personnage politique. Intelligent et actif, mais instable et mal pondéré, il a fait des dupes, a vécu d'expédients, s'est lancé dans les

entreprises les plus diverses, a pris une quarantaine de brevets d'invention. Il a travaillé également à la solution de questions sociales, a rédigé un dictionnaire de synonymes, composé des poésies, des pamphlets, etc. Malgré cette suractivité intellectuelle que son manque d'équilibre psychique rend inféconde, il mène une vie misérable ; à la suite d'une condamnation à un mois de prison qu'il estime illégale, il s'écrie : « on entendra parler de moi », et réagissant, comme il avait vécu, en déséquilibré, il profère des menaces de mort contre ses juges, et se prépare à faire un exemple retentissant. Il entend rendre responsable ceux qui sont à la tête du Gouvernement d'échecs qui ne sont imputables qu'à lui-même ; tous ceux dont il croit avoir à se plaindre, ou que ses convictions lui désignent comme nuisibles au bien du pays doivent être punis. Pesant les responsabilités de chacun, il fait quatre catégories de victimes ; 19 ont été choisies : 3 sont condamnées à mort; 2 victimes politiques et une personnelle ; 4 recevront des blessures très graves, 7 des blessures plus ou moins graves, 5 des blessures légères ; et, comme une seule victime doit payer pour toutes, il fait une loterie dans laquelle il donne à chacun un nombre de numéros en rapport avec le degré de culpabilité qu'il lui attribue. Il prépare ainsi 132 bulletins : l'un en a 18, l'autre 4; un juge d'instruction 6, le général F... 6, etc... « Je condamne le misérable D..., écrit-il, le faux témoin, le voleur, le faussaire, à avoir les deux pattes cassées au genoux, et le V... recéleur et calomniateur ingrat à subir la même peine, avec huit numéros au chapeau pour D... et 6 numéros pour V... » Pour légitimer ces jugements sommaires, il fait la biographie de chacune de ses victimes, et la termine par la condamnation dont il frappe le coupable : « encore un qui ira dans mon chapeau avec dix numéros ; il paiera son iniquité par une patte cassée au genou, ce sera sa récompense. » Magistrats, avocats, avoués, notaires, députés, ministres, tous comparaissent à son tribunal : il pèse, juge et condamne; il n'y a que lui d'honnête et de juste. Il explique avec complaisance les avantages de ce qu'il appelle « sa justice sommaire » : « et vous ne trouvez pas que cette loterie ainsi combinée ne soit cent fois plus salutaire, plus morale et plus réconfortante, plus juste et autrement expéditive que la justice, si souvent boiteuse et injuste. Comparez et soyez certains qu'avant peu, au lieu de la faire passer pour folle, tous les gens aimant la vraie justice la trouveront sensée et morale. J'aurai des imitateurs, soyez-en sûrs... J'ai tiré aujourd'hui ma loterie, écrit-il ailleurs, c'est X... qui a gagné... Et dire qu'il va falloir que ce soit moi, le pauvre inventeur ridiculisé, moi tant de fois conspué, pillé, calomnié, diffamé, failli, ruiné, condamné à la prison pour chantage, moi, Pygmée, dire que c'est à moi que vient d'échoir la noble tâche de supprimer X... le fléau, d'en délivrer la France ! J'ai sorti son numéro de mon chapeau, c'est vraiment trop de chance après tant de gros malheurs immérités, et ma vie peut bien payer une telle récompense. » Au moment de l'élection présidentielle son exaltation va en grandissant : enfin il réussit à pénétrer au Palais Bourbon et tire sur M. X... deux coups de revolver. Au cours de l'interrogatoire ce malade fut pris au Dépôt d'un accès délirant qui dura cinq jours. — A Ste-Anne il se montrait préoccupé avant tout par les travaux importants qu'il avait en tête : solution de la question politique et humanitaire, étude de l'éducation des garçons, de celle des filles, etc. « Si un jury imbécile m'acquittait, écrivait-il, je recommencerais ; je ne cache pas ma manière de voir, j'ai agi avec préméditation. » L'activité intellectuelle de ce sujet, sa lucidité, l'habileté avec laquelle il a accompli sa tentative d'homicide auraient pu en imposer pour un état passionnel ; mais en dehors de l'accès délirant passager qu'il a présenté, l'examen approfondi de cette existence dont tous les actes révèlent un déséquilibré, ses oppositions et ses contradictions incessantes, cette obsession de vengeance qui le poursuit, cette liste de victimes qu'il dresse en mettant le nom d'un homme d'État à côté de ceux de l'expert en écriture qui l'a déclaré insolvable, de l'avocat qui a plaidé contre lui, du magistrat qui l'a reconnu coupable, de l'ouvrier typographe qui l'a poursuivi, de sa belle-mère dont il prétend avoir à se plaindre ; ces verdicts qu'il rend, cette échelle de peines, cette loterie, ce choix de la victime laissé au hasard, dénotent bien les troubles profonds de son intelligence et le caractère maladif de ses actes.

On peut distinguer encore les *persécuteurs hypochondriaques* qui, convaincus d'avoir été mal soignés par un médecin, le poursuivent de leur haine, en veulent à tous les médecins qu'ils rencontrent dans le cours de leur vie et mettent à les persécuter un acharnement qui ne recule pas toujours devant les actes de violence. Signalons aussi les *persécuteurs filiaux* s'imaginant avoir retrouvé un père qu'ils poursuivent de leurs tendresses et de leurs revendications ; les *persécuteurs amoureux* dont Teulat, l'amoureux de la princesse de Br..., était un magnifique exemple. Si le but des persécutions de ces derniers sujets est bien différent de celui des processifs, leurs allures, leurs actes sont de tout point identiques : ce sont bien au point de vue clinique, les mêmes malades. Habituellement il s'agit d'amoureux chez lesquels la sphère génitale tient peu de place : ils aiment d'un amour purement psychique (Erotomanes). Ils suivent leur

victime dans les églises, au théâtre, en voyage et cela pendant des années; la nuit même, ils sont sous les fenêtres de celle qu'ils aiment. Nous avons eu à Sainte-Anne une persécutrice de ce genre : il s'agissait d'une jeune fille, femme de chambre chez une dame de 50 ans; elle s'était prise pour sa maîtresse d'une affection très vive, qui, bien que dégagée de toute préoccupation charnelle, n'était pas exempte de jalousie. Renvoyée par sa maîtresse à la suite de scènes violentes, notre malade, obsédée par sa passion, ne peut se résigner à vivre loin de celle qu'elle aime, et alors commence une série de persécutions. Elle attend dans la rue, pour la frapper, la personne qui l'a remplacée, se poste devant la porte durant de longues heures, parfois une journée entière, malgré les intempéries, les yeux dirigés vers la fenêtre de la pièce où se tenait sa maîtresse. Celle-ci change de domicile pour se soustraire à cette surveillance; peine inutile : notre déséquilibrée la suit dans la rue, les magasins, les églises; « reprenez-moi, gémissait-elle. » Parfois pendant la nuit, escaladant la grille, elle venait sonner un glas funèbre à la grosse cloche. Elle fut, pour des excentricités de ce genre, conduite au commissariat de police une vingtaine de fois. Chaque jour elle écrivait à sa maîtresse en termes tantôt suppliants, tantôt menaçants ; elle lui a adressé ainsi plus de 500 lettres; « il faut que l'une de nous deux disparaisse », disait-elle chez les voisins. Mise en liberté après un premier internement, elle recommence ses persécutions, dépose des plaintes contre le commissaire de police, fait comparaître sa maîtresse devant le juge de paix, lui réclame des dommages-intérêts, porte des accusations contre les médecins; enfin ses excentricités nouvelles la font interner pour la deuxième fois; elle montre à ce moment des tendances plus agressives et parle de se venger un revolver à la main.

Si de graves questions médico-légales peuvent parfois se présenter à propos de l'appréciation de la responsabilité des persécutés hallucinés, des délirants chroniques, les difficultés se montrent bien plus délicates à résoudre, quand il s'agit de persécutés-persécuteurs. De tous les aliénés ce sont ceux qui donnent lieu aux controverses les plus longues, parfois même aux plus vives polémiques : ce sont eux aussi qui fournissent prétexte aux diatribes virulentes de la Presse, aux articles à sensation sur les « séquestrations arbitraires » et les « Bastilles modernes ». La chose peut s'expliquer jusqu'à un certain point par les allures raisonnantes, la physionomie si particulière de ces malades : à un examen superficiel on pourrait croire à de simples états passionnels, à une surexcitation intellectuelle entretenue par une longue série d'injustices. Tandis que chez le délirant chronique le phénomène morbide capital, l'hallucination, ne peut, par son évidence, laisser planer aucun doute sur la nature des actes du sujet, il n'en est plus toujours de même chez le persécuté-persécuteur dont la maladie ne fait qu'exagérer les tendances natives.

Ce qui fait en outre la difficulté réelle de ces expertises médico-légales, c'est, ainsi que nous l'avons vu, la nature particulière des conceptions de ces aliénés. Ils savent ne point verser dans l'invraisemblable ; ils savent échafauder leur roman sur des faits en partie exacts. Au début ils n'émettent que des réclamations dont quelques-unes peuvent être justifiées, tandis que d'autres, mal fondées, restent encore modérées. Ce n'est qu'insensiblement que des réclamations nouvelles viennent se greffer sur les anciennes, et, chose curieuse qui montre bien alors le caractère maladif, le persécuteur oublie pour ainsi dire le fait réel qui a servi de base à son délire pour s'attacher à des réclamations imaginaires, mais qui le rehaussent à ses propres yeux. L'adversité fait au persécuteur un piédestal; il perd la notion exacte de sa situation sociale, du rôle qu'il peut jouer. Parfois il réussit à arracher un secours à des fonctionnaires imprudents : c'est pour lui une preuve de plus qu'on le craint, qu'il est dans son droit, et il poursuit sa campagne. Pour arriver, malgré la persistance chez ces aliénés de certaines facultés, mémoire, logique, activité intellectuelle, à démontrer la nature délirante des sentiments qui les animent et le caractère pathologique des actes auxquels ils sont conduits, il faut reconstituer l'histoire entière du sujet qui révèle d'ordinaire un état psychopathique congénital, et montre dans sa conduite les réactions maladives d'un cerveau profondément déséquilibré. Bien qu'empruntant quelques traits aux foux moraux et aux maniaques raisonnants, le persécuté-persécuteur s'en distingue cependant par des différences très tranchées qui le font classer dans le groupe si homogène que nous étudions. L'examen des faits qu'il invoque, faits dont quelques-uns peuvent être exacts, mais dont le plus grand nombre sont complètements dénaturés ou de pure invention, les réactions complètement hors de proportion que ceux-ci ont provoquées, l'opiniâtreté aveugle avec laquelle il poursuit ses revendications sans qu'aucune considération, même celle de son intérêt personnel, puisse l'arrêter, les arguments qu'il emploie à les justifier et qui portent la marque d'une logique subtile, mais faussée, le caractère obsédant de conceptions dont le cercle va toujours s'étendant, ses menaces, ses calomnies, réservées d'abord à ceux dont il se dit la victime, puis s'adressant à

tous ceux qui ne partagent point son délire, enfin les actes d'extrême violence devant lesquels il ne recule pas, sont autant d'actions relevant d'un état de déséquilibration mentale sans cesse grandissante, et de jour en jour plus dangereuse. Si la société a le droit et le devoir de se garantir des actes violents ou nuisibles de ces persécuteurs-raisonnants, il n'en faut pas moins se souvenir qu'il s'agit de véritables malades dont la place est non point dans une prison, mais dans un asile d'aliénés.

Dr Magnan,
Médecin en chef
de l'Asile Sainte-Anne.

Dr Sérieux,
Médecin-adjoint
des asiles d'aliénés de la Seine.

LA FAUNE DITE « PRIMORDIALE » EST-ELLE LA PLUS ANCIENNE ?

Lorsque les travaux de Darwin eurent attiré l'attention sur la théorie de l'évolution qui, cependant, avait été déjà émise par Lamarck un demi-siècle auparavant, ce fut à la Géologie que les partisans aussi bien que les adversaires de cette théorie empruntèrent leurs arguments les plus sérieux. En effet, la Géologie s'appuie d'une part sur la Paléontologie, qui étudie les faunes et les flores fossiles, et d'autre part sur la Stratigraphie, qui permet d'établir la superposition relative ou chronologie des différentes assises sédimentaires renfermant ces formes organiques éteintes.

Cette science, qui s'occupe des temps passés, devait donc, semblait-il, permettre d'établir la théorie sur des faits qui seraient indiscutables; mais ces faits mêmes purent être interprétés de façons différentes, et de là naquirent des discussions où transformistes et antitransformistes déployèrent une égale ardeur.

Nous n'avons pas l'intention de revenir sur ces luttes, heureusement apaisées ; mais il nous a paru intéressant de rechercher si les travaux géologiques récents ne permettraient pas une interprétation nouvelle ou plus complète de quelques faits déjà connus.

Ce qui frappe tout d'abord lorsqu'on étudie la succession des êtres organisés, c'est l'apparition brusque d'une première faune constituée surtout par des Brachiopodes et des Crustacés. Les premiers occupent une place assez basse dans la série animale; il est d'ailleurs à remarquer que plusieurs d'entre eux (Lingules) se sont perpétués jusqu'à nous sans grand changement. Quant aux seconds, ils appartiennent à un groupe bien spécial qui a reçu le nom de Trilobites et qui n'a pas dépassé la période primaire. Ces Trilobites, d'après les vestiges qui nous en sont restés, présentaient des organes bien différenciés et devaient être aussi élevés dans la série que certains Crustacés actuellement vivants.

Une pareille faune, à en juger par l'ensemble de ses caractères, devait être, d'après les transformistes, le résultat d'une évolution longue et suivie; au contraire, elle confirmait les partisans des créations successives dans leur conviction que les faunes apparaissaient les unes après les autres, avec des êtres dont l'organisation atteignait toute sa perfection dès leur apparition.

A l'appui de cette manière de voir, les anti-évolutionnistes invoquaient encore d'autres faits qu semblaient leur donner raison. Les premières strates renfermant la faune primordiale sont, partout où on les rencontre, peu éloignées de la série dite cristallophyllienne, dont la plupart des éléments sont cristallins. Or, il était admis autrefois que le mica, le quartz et le feldspath qui entrent en proportions très variables dans les gneiss et les micaschistes qui constituent cette série, s'étaient formés dans un bain fondu au sein duquel ils se précipitaient; dans ces conditions, aucun organisme n'avait pu vivre lors de leur dépôt. D'autre part, l'épaisseur des sédiments compris entre cette série réputée sûrement azoïque et les assises renfermant la faune primordiale, semblait trop faible, d'après les faits observés, pour pouvoir correspondre à un laps de temps assez long pour permettre à l'évolution des Trilobites de s'accomplir.

Nous allons voir comment on explique actuellement tous ces faits.

I

De toutes les formes primordiales, ce sont les Trilobites qui offrent le plus d'intérêt, au point de vue de l'évolution, puisqu'ils représentent les organismes les plus élevés, c'est-à-dire ceux sur lesquels les causes efficientes de l'évolution se sont fait le plus sentir.

Ce sont des Crustacés par l'ensemble de leurs caractères (Arthropodes à test chitineux, vivant dans l'eau, respirant par des branchies, munis de nombreuses paires de pattes thoraciques, dont quelques-unes sont transformées en pattes mâchoires, et de paires de pattes abdominales); mais ils ne sont comparables à aucune forme vivante, sauf peut-être à quelques Branchiopodes ou à quelques Isopodes. Nous rappellerons en quelques mots leurs caractères, parce que nous aurons à y revenir plus tard.

D'abord, chez tous, il y a une trilobation très nette qui leur a fait donner le nom qu'ils portent. La partie antérieure du corps, ou tête, présente un relief médian, dit *glabelle* (fig. 1, G), qui est tantôt en forme de massue (fig. 1 et 4), tantôt triangulaire, avec partie arrondie en avant (fig. 8). Cette glabelle porte des *sillons* qui atteignent, au maximum, le nombre de quatre et qui divisent la glabelle en cinq parties à surface légèrement bombée, appelées *lobes* (fig. 1). Derrière la glabelle se voit un sillon dit *occipital* qui existe chez tous les Trilobites. Il sépare la glabelle d'un *bourrelet occipital* (fig. 1, O) qui se prolonge de chaque côté et permet une distinction très nette entre la tête et le thorax. De chaque côté de la glabelle se voit un *œil* (fig. 1, E) dont la structure varie avec les genres; enfin, du côté externe de l'œil, il y a une partie presque plate se terminant en pointe : c'est la *joue mobile* portant la *pointe génale*.

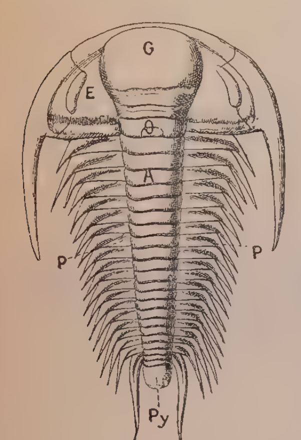


Fig. 1. — *Paradoxides Bohemicus*, jeune, d'après Barrande. — G, glabelle; E, œil; O, bourrelet occipital; A, axe du thorax; P, plèvres; Py, pygidium.

Le *thorax* qui fait suite à la tête est composé d'un nombre d'anneaux variable avec le genre, avec l'espèce et même avec l'âge pour une même espèce. La partie médiane du thorax correspond à l'*axe* (fig. 1, A); les parties latérales aux *plèvres* (fig. 1, P).

Enfin, le corps se termine par un *pygidium* (fig. 1, Py), résultant de la soudure d'un certain nombre d'anneaux; la forme de ce pygidium est très variable.

La face inférieure, qui portait sans doute des téguments moins résistants que ceux de la face supérieure, n'est presque jamais conservée. Cependant MM. Billings, Woodward et surtout M. Walcott ont pu reconnaître, dans quelques échantillons conservés dans des calcaires, la structure de cette face inférieure. D'après M. Walcott, sous la tête, en arrière d'une pièce, dite *hypostome* (fig. 2, H), qui s'articule sur le bord de la tête, se trouvent quatre paires de *pattes mâchoires* (fig. 2, *pm*) dont la quatrième est plus forte que les autres. Tous les anneaux ou *segments*, même ceux du pygidium qui sont soudés entre eux, portent une paire de pattes articulées.

Telle est la constitution des Trilobites arrivés à leur état adulte. Mais on a maintenant, sur le développement de quelques-uns d'entre eux, et notamment de quelques espèces primordiales, des notions qui sont fort intéressantes, car elles nous donnent certains renseignements relatifs à l'évolution de ces Crustacés. A partir du stade où ils ont atteint une taille suffisante pour laisser quelque trace par fossilisation, on peut reconnaître certains caractères sur leur carapace. Les caractères se modifient à mesure que la carapace prend des dimensions de plus en plus grandes : c'est ainsi que Barrande [1] et M. Matthew [2] ont pu suivre le développement de quelques Trilobites.

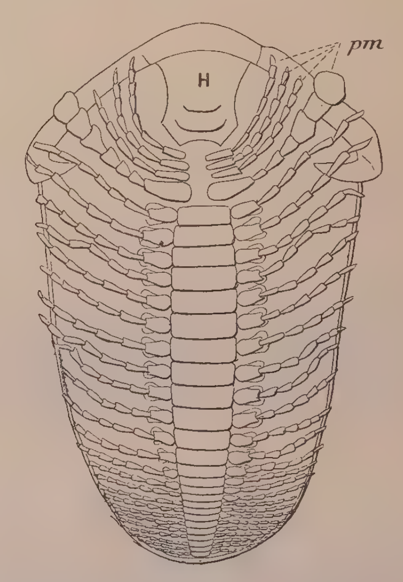


Fig. 2. — Face inférieure restaurée de *Calymiene senaria*, d'après Walcott. — H, hypostome; pm, pattes mâchoires.

Le Trilobite passe par trois phases ou stades embryonnaires avant de présenter des caractères génériques. Dans le premier stade, l'animal a la forme d'un disque plus ou moins ovale; celui-ci est traversé par une crête longue et cylindrique qui correspond à la glabelle et qui n'atteint pas les bords du disque (fig. 3, 1). La partie antérieure de cette crête ou *lobe antérieur* s'élargit en forme de tête de clou, tandis que dans la partie postérieure, apparaît déjà une ligne transversale qui correspondra plus tard à la suture occipitale. Dans certains exemplaires, on peut déjà reconnaître, sur la partie postérieure de la crête, des indices des sillons de la glabelle.

Dans le second stade (fig. 3, 2), le disque s'allonge; la partie antérieure de la crête glabellaire se rétrécit en même temps que son relief s'accuse; les sillons glabellaires se creusent et deviennent très nets.

[1] *Système silurien du centre de la Bohême*, t. I, p. 1.

[2] *Illustrations of the fauna of S. John's Group*, nº IV, part. II. The smaller Trilobites with Eyes. (Trans. Roy. Soc. Canada, Section IV, 1887, p. 115). *Sur le développement des premiers Trilobites*. Traduction par M. Forir. (Extr. des Annales de la Société Royale malacologique de Belgique, t. XXIII, 1888.)

Mais tous ces sillons, ainsi que le sillon occipital, qui est déjà très accusé, sont très rapprochés les uns des autres et cantonnés sur la partie postérieure de la crête glabellaire. Cependant, on voit déjà se détacher très distinctement des autres un sillon antérieur. Le bord occipital de la tête est à ce moment très visible; il la délimite très nettement, et au-dessous, on reconnaît le pygidium, extrêmement réduit, avec sa forme générale.

Dans le troisième stade (fig. 3, 3), la tête prend une forme plus voisine de celle que présentera l'adulte. La crête glabellaire s'est élargie; les sillons postérieurs se sont rapprochés du sillon antérieur. La partie antérieure de la glabelle est circonscrite par une rainure. Parfois, il semble qu'il y ait déjà, sur le contour des bords latéraux, des bandes oculaires faiblement arquées; les yeux n'apparaissent qu'au quatrième stade sur ces mêmes bords latéraux et ils se rapprochent de plus en plus de la glabelle dans les stades suivants.

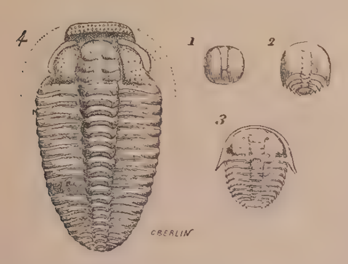


Fig. 3. — Différents stades du développement du *Sao hirsuta*, d'après Barrande, très grossis. — 1, 1er stade : 2, 2e stade ; 3, 3e stade ; 4, animal portant vingt anneaux et ayant atteint son développement presque complet. Les joues mobiles, qui ont disparu dans l'exemplaire figuré, ont été dessinées seulement au trait [1].

C'est à partir du quatrième stade que se reconnaissent les caractères génériques. En même temps que ceux-ci s'accusent, l'animal se développe : à chaque stade nouveau, le nombre des segments du thorax augmente et les dimensions de toutes les parties du corps croissent également.

Ces observations ont été faites par M. Matthew sur les genres *Liostracus*, *Ptychoparia* et *Solenopleura* dont toutes les espèces passent par les trois premières phases que nous venons d'indiquer, sans qu'il soit possible de les distinguer génériquement. Il est donc bien probable qu'ils ont une même origine et il est naturel de les grouper en une même famille.

Quant aux *Paradoxides* qui se trouvent dans les mêmes couches cambriennes, et qui sont beaucoup plus importants à cause de leur grand nombre, leur développement est encore mal connu; cependant ils présentent, dès les premiers stades, des différences sensibles avec les genres précédents. Le lobe oculaire s'y montre beaucoup plus tôt, et, dès son apparition, il occupe sa position définitive de chaque côté de la glabelle, contrairement à ce que nous avons signalé plus haut.

Nous voyons donc que, dans les Trilobites de la faune dite primordiale, il y a déjà des différences dans le mode de développement, et ces différences, chez des formes d'un même groupe vivant à une même époque, correspondent certainement à un degré d'évolution qui n'est pas le même, ce qui nous porte à admettre qu'avant le temps où vivait cette faune trilobitique, il a dû y en avoir une autre d'où elle provient.

On a vu plus haut que le Trilobite adulte peut porter sur sa glabelle jusqu'à quatre sillons et, par suite, cinq lobes. Si nous appliquons aux Trilobites la théorie émise par Milne-Edwards pour les Crustacés vivants, nous pouvons considérer les lobes comme correspondant à cinq somites soudés entre eux. D'après ce qui a été dit précédemment, sur la face inférieure du Trilobite se voient quatre paires de pattes mâchoires qui correspondraient aux quatre lobes postérieurs, le lobe antérieur correspondant aux organes des sens. En étudiant le développement des Trilobites, nous avons vu que c'était ce lobe antérieur qui s'accusait le premier et qu'il restait longtemps de beaucoup le plus developpé ; il semble en résulter que pendant le jeune âge, les organes des sens jouaient un rôle des plus importants. Ce fait est curieux si nous le rapprochons de cette particularité que, dans les embryons de Crustacés vivant actuellement, ce sont également les organes des sens correspondant aux somites antérieurs qui sont les plus développés. Ce caractère embryonnaire du grand développement du lobe antérieur de la glabelle devrait se retrouver chez les plus anciens Trilobites et s'atténuer à mesure que l'ordre accomplissait son évolution. Il semble, au premier abord, qu'en effet il en ait été ainsi; chez les *Olenellus* (fig. 4) et les *Paradoxides* (fig. 1), qui sont essentiellement caractéristiques du Cambrien, la partie antérieure de la glabelle est très développée. Mais dans les genres de la famille des Phacopidæ, qui se perpétuent durant le Silurien et le Dévonien, nous retrouvons le lobe antérieur de la glabelle prépondérant ; aussi ne pouvons-nous attribuer une grande valeur à ce caractère.

La faible dimension du pygidium par rapport à celle de la tête est un caractère vraiment embryonnaire que nous retrouvons d'une façon remarquable dans les deux genres *Olenellus* et *Paradoxides*.

[1] Bien que le *Sao hirsuta* ne soit pas un type étudié par M. Matthew et que, dans son développement, il offre quelques légères différences avec ce que l'on observe chez les espèces décrites par le savant paléontologiste américain, j'ai cru cependant devoir emprunter ces figures à Barrande, parce que ce sont les plus claires qui aient été faites d'embryons de trilobites. On y reconnaît d'ailleurs les caractères principaux des stades décrits par M. Matthew.

D'autres Trilobites moins anciens ont bien, il est vrai, un pygidium de petite taille, mais chez aucun ce caractère n'est aussi net que dans les espèces de ces deux genres cambriens.

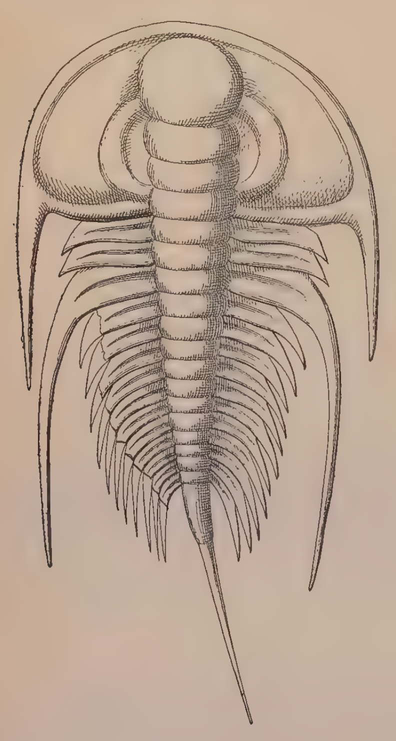


Fig. 4. — *Olenellus Gilberti*, d'après H. Walcott.

Il y a encore des Trilobites primordiaux présentant des caractères embryonnaires incontestables : ce sont les *Agnostus* (fig. 5), qui sont toujours de petite taille et chez lesquels la tête et le pygidium ont sensiblement les mêmes dimensions; mais le thorax ne présente jamais plus de deux anneaux. C'est un genre dont le stade de plus grand développement correspond, d'après M. Matthew, à un stade embryonnaire des autres Trilobites. En effet, la glabelle n'offre que des caractères encore peu distincts. Dans certaines formes, les deux sillons postérieurs sont encore très rapprochés; le sillon antérieur est distant des autres et plus accusé qu'eux. Ce groupe a d'ailleurs subi une évolution dans le même sens que les autres Trilobites, ainsi qu'il résulte des travaux de M. Tullberg. En effet, les formes les plus anciennes, telles que l'*Agnostus rex* de Scandinavie (fig. 5), présentent un élargissement très sensible de la partie antérieure de la glabelle, tandis que dans les formes moins anciennes, celle-ci est plus réduite.

Les *Olenellus*, comme les *Paradoxides*, nous offrent encore certaines particularités importantes au point de vue auquel nous nous plaçons. Leurs yeux, au lieu d'être *composés* comme ceux des Arthropodes et même de la plupart des Trilobites (fig. 6), sont constitués seulement par une bande visuelle, une simple surface sans lentille (fig. 7). Une disposition analogue est connue chez quelques formes vivantes de Crustacés qui se trouvent actuellement cantonnées dans les grandes profondeurs de l'Atlantique [1]. Il y a là une appropriation qui ne se produit qu'à la suite de modifications dans les organes visuels de genres dont les yeux étaient conformés primitivement comme ceux des autres Arthropodes.

MM. Suess [2] et Neumayr [3] ont voulu tirer de cette disposition des yeux des *Olenellus* et des *Paradoxides* la conclusion que la faune primordiale était une

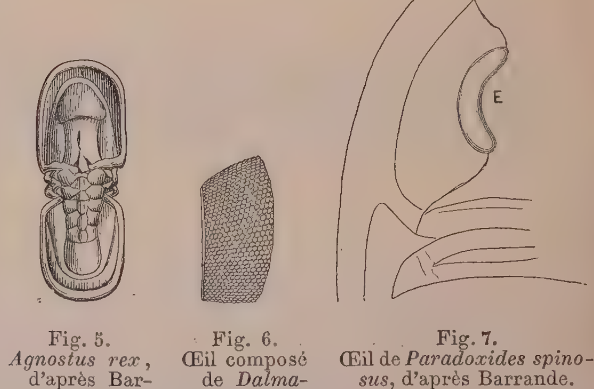


Fig. 5. *Agnostus rex*, d'après Barrande.

Fig. 6. Œil composé de *Dalmanites*, d'après Barrande.

Fig. 7. Œil de *Paradoxides spinosus*, d'après Barrande.

faune de mer profonde. Sans nous arrêter à cette opinion qui n'est rien moins que prouvée, nous ferons remarquer que, d'après ce que nous savons, cette modification du système visuel correspond à une certaine évolution. Pour qu'elle s'observe chez les *Olenellus* et les *Paradoxides*, il faut qu'il se soit écoulé, entre l'apparition des types souches de ces deux genres et le moment où se montrent ces formes, un temps nécessaire à l'évolution de ces yeux.

L'étude des yeux dans d'autres genres primordiaux nous conduit encore aux mêmes conclusions. On trouve, en effet, dans les mêmes couches cambriennes, des espèces de *Conocoryphe* adultes avec des yeux, et d'autres sans yeux (fig. 8). Pour qu'il en soit ainsi, il faut qu'il y ait, d'une façon ou d'une autre, modification du type *Conocoryphe* primitif : ou celui-ci n'avait pas d'yeux et ces organes

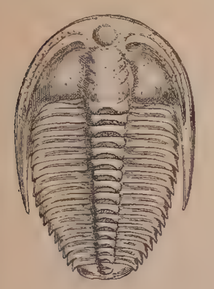
[1] Voir les résultats des dragages opérés à de grandes profondeurs par les expéditions scientifiques anglaises et françaises.

[2] *Das Antlitz der Erde*, t. II, p. 272.

[3] *Erdgeschichte*, t. II, p. 42.

n'ont apparu qu'à la suite de l'évolution, ou bien, au contraire, certaines espèces sont devenues aveugles. Quelque cause qu'il faille attribuer à cette cécité, elle vient encore à l'appui de la conclusion que nous avons déjà énoncée.

Les études dont les gisements cambriens ont été l'objet depuis de longues années, ont permis de reconnaître que si, d'une manière générale, la faune cambrienne est sensiblement la même partout, quand on la prend dans son ensemble, elle n'est pas cependant identique à elle-même dans toutes les régions où on l'a rencontrée. Dans les continents septentrionaux, tels que l'Amérique du Nord, l'Angleterre, les Pays scandinaves, on a pu établir dans le Cambrien trois divisions dont l'inférieure est caractérisée par la présence du genre *Olenellus*, tandis que la seconde est riche surtout en *Paradoxides* et la troisième en *Olenus*. Dans l'Europe centrale et méridionale (Bohême, Sardaigne, Languedoc, Espagne), il n'y a guère que la division moyenne qui soit bien connue. Ce ne serait pas une raison suffisante pour qu'on fut autorisé à distinguer les deux régions septentrionale et méridionale, car c'est un caractère négatif et l'on peut arriver un jour ou l'autre à rencontrer dans la dernière les genres caractéristiques des étages inférieur et supérieur. Mais ce qui justifie pleinement cette distinction, ce sont les caractères des Paradoxides. En effet, ceux de la région septentrionale forment un groupe dans lequel les yeux sont plus petits et placés plus haut que dans les Paradoxides de la région méridionale. De plus, parmi les Paradoxides d'une même région, il y a un certain nombre de formes très voisines les unes des autres, mais qui semblent être cantonnées chacune, pour ainsi dire, dans une province. Elles sont, suivant l'expression adoptée, *représentatives* les unes des autres. Dans l'état actuel de la nomenclature scientifique, on les a désignées sous des noms spécifiques différents; mais, en réalité, ce sont de simples variétés. Elles dérivent certainement toutes d'un même type, qui s'est modifié différemment selon les conditions physiologiques locales. Comme ces variétés sont sensiblement synchroniques, elles nous conduisent encore à admettre l'évolution des Trilobites antérieurement à l'époque cambrienne.


Fig. 8. — *Conocoryphe coronata*, (espèce aveugle), d'après Barrande.

D'ailleurs, nous pouvons nous-même suivre l'évolution des Paradoxides. En effet, d'après M. Matthew, les espèces qui apparaissent les premières sont petites; les dimensions vont en croissant à mesure que l'on s'élève dans la série stratigraphique. Cette évolution aboutit à des formes relativement gigantesques, telles que *Par. Regina* Matthew, qui mesure 44 centimètres de long sur 45 cent. de large. Partout d'ailleurs où a été trouvée la faune dite *primordiale*, on a rencontré des vestiges d'individus de très grande taille. Comme à ces très grandes formes ne succède aucun autre *Paradoxides*, il semble que nous ayons à constater, dès cette époque reculée, l'effet d'une loi bien connue, d'après laquelle certains organismes tendent durant le cours de leur évolution à atteindre un maximum de développement. Dès qu'ils y sont parvenus, ils disparaissent sans qu'il y ait dégénérescence, uniquement par arrêt des fonctions reproductrices. Cette loi, qui semble exister également pour d'autres genres de Trilobites tels qu'*Asaphus* et *Illænus* de la faune seconde, est vérifiée pour bien des groupes (ammonites, reptiles secondaires, certains mammifères tertiaires).

Dans ce qui précède, l'étude des caractères propres aux Trilobites du Cambrien nous a amenés à conclure que ceux-ci présentaient des indices certains d'une évolution antérieure à l'époque où ils ont vécu. Par cela même, nous sommes conduits à penser qu'il a dû vivre, antérieurement à la faune dite primordiale, une faune pouvant renfermer les types ancestraux des formes les plus anciennes que nous connaissons actuellement.

Voyons maintenant à quelles conclusions nous porte l'étude des sédiments plus anciens que le Cambrien.

II

Nous avons rappelé, au début de cet article, que sous l'étage cambrien, se trouve une série d'assises réputées azoïques. Elle commence, en partant des couches les plus récentes, par des schistes compacts passant aux phyllades et des grès passant aux quartzites. Puis, viennent des schistes à surface miroitante, dits autrefois talcschistes ou schistes talqueux, qui constituent l'étage des schistes à séricite; enfin, à la séricite ou mica hydraté, succède peu à peu le mica noir, en même temps que la roche devient plus cristalline : alors commence la série cristallophyllienne comprenant, à la partie supérieure, les schistes micacés et, à la partie inférieure, les gneiss avec leur cortège habituel d'amphibolites, de pyroxénites, etc.

Jusqu'ici, les schistes et les grès précambriens n'ont pas fourni de traces d'organismes déterminables. Mais il n'y a aucune raison apparente pour que ces assises soient azoïques, et elles nous fourniront peut être, un jour ou l'autre, une faune encore inconnue. Quant aux horizons sous-jacents

ils offrent déjà des indices de cristallinité, et par suite, sont moins propres à conserver les traces des organismes fossiles.

Les premières roches cristallines commencent dans l'étage des schistes à séricite; la séricite forme des lits très minces, entre lesquels s'en trouvent d'autres plus épais, constitués uniquement par des grains de quartz dont un certain nombre offre des contours cristallins. C'est encore la même disposition des éléments que dans les schistes; mais il y a eu transformation de l'argile en séricite.

Au-dessous se voient les schistes micacés dans lesquels les lits de séricite sont remplacés par des lits de mica noir; la structure est la même que dans la roche précédente; mais la cristallinité est bien plus accusée. Puis ces schistes micacés se chargent peu à peu de feldspath et passent ainsi insensiblement aux gneiss, dans lesquels il y a alternance de lits de mica noir et de lits constitués par une association de cristaux incomplets de quartz, de feldspath et de mica blanc. Cette dernière association rappelle beaucoup la structure de la roche éruptive dite granulite.

Les micaschistes et les gneiss forment par leur ensemble la série cristallophyllienne; mais on y rencontre encore des roches constituées par une association d'amphibole, de quartz et quelquefois de feldspath : ce sont les amphibolites qui ne font défaut à aucune série cristallophyllienne, quelle que soit la région étudiée. Souvent encore, il y a d'autres roches où le pyroxène joue le même rôle que l'amphibole dans les amphibolites : ce sont les pyroxénites. Enfin, au milieu des assises les plus cristallines se voient des lentilles de calcaire cristallin ou cipolin, dont l'épaisseur peut être considérable.

Si la série cristallophyllienne est le seul système composé uniquement d'éléments cristallins, cela ne veut pas dire qu'au milieu des assises les plus franchement sédimentaires, on ne puisse trouver parfois des roches à structure cristalline et à stratification bien nette rappelant celles que nous venons d'étudier. Mais ici, nous nous trouvons en présence de phénomènes de métamorphisme.

Vaguement pressentis, et mal définis par les géologues de la première moitié de ce siècle, ces phénomènes, depuis l'emploi du microscope dans l'étude des roches, ont été l'objet, dans ces dernières années, de nombreux travaux dus à MM. Brögger en Suède, Lehmann, Lössen et Rosenbusch en Allemagne, Michel Lévy et Barrois en France. Il serait trop long d'entrer dans la discussion des différentes théories émises à ce sujet; nous nous contenterons d'exposer les faits qui ont le plus de rapport avec ce que nous observons dans la série cristallophyllienne.

Lorsqu'une roche éruptive, telle que le granite ou la granulite a traversé un schiste, elle a provoqué le développement, dans ce schiste, de paillettes de mica noir, et les grains de quartz de la roche sédimentaire sont nourris, c'est-à-dire que de la silice nouvelle s'est déposée autour d'eux. Dans le voisinage immédiat de la roche éruptive, les phénomènes sont très accusés et la roche qui résulte de ce métamorphisme est un vrai schiste micacé. Au contact du filon de granite ou de granulite, le feldspath de la roche éruptive a été entraîné, ainsi que M. Michel Lévy l'a démontré, jusque dans ces schistes micacés; alors on a affaire à une roche composée de feldspath, de mica et de quartz et dont tous les éléments sont disposés en feuillets comme dans le gneiss. Lorsque les schistes sont calcareux, il se développe en plus dans le voisinage immédiat du filon éruptif des cristaux d'amphibole et de pyroxène; parfois ces schistes se transforment en de véritables amphibolites, et les granites, qui en ont entraîné et pour ainsi dire dissous des débris, se chargent d'amphibole. Enfin, quand la roche éruptive traverse des calcaires, il y a formation de pyroxène et la roche sédimentaire passe à l'état de corne verte, roche essentiellement pyroxénique.

Tels sont les phénomènes bien établis de métamorphisme dûs à l'action des roches éruptives acides, c'est-à-dire riches en silice. Ils nous permettent de reconnaître que, *sous l'influence de roches éruptives, des assises incontestablement sédimentaires, formées d'éléments détritiques, peuvent devenir cristallines.*

Si, partant de ces phénomènes de métamorphisme, nous nous reportons aux faits signalés dans l'étude des roches primitives, nous voyons bien des analogies apparaître, ce qui fait penser que les roches de la série cristallophyllienne ne sont en réalité que des roches métamorphisées; les schistes auraient été transformés en micaschistes et en gneiss, et les roches calcaires en amphibolites et en pyroxénites. Il est vrai que les filons de roches éruptives ne se montrent pas sous la forme qu'ils affectent lorsqu'ils traversent des roches sédimentaires plus récentes; mais cependant, on en retrouve tous les éléments entre chaque feuillet de gneiss, en petits lits parallèles à la schistosité. Dans ce cas, la roche schisteuse semble avoir été imprégnée lit à lit par la roche éruptive. Dans les termes de la série cristallophyllienne autres que le gneiss, la roche éruptive a pu agir, non par son contact, mais à distance, par les émanations (gaz et vapeurs) qui ont accompagné sa venue au jour.

Il est naturel que ces actions métamorphiques aient été d'autant plus puissantes que la période considérée était plus rapprochée de celle durant laquelle la Terre se trouvait à l'état incandescent, car, depuis, les émanations ont dû perdre peu à peu de leur importance. La croûte terrestre, durant sa formation, devait se rompre à de fréquentes reprises, permettant ainsi l'injection des roches fondues et des vapeurs qui les accompagnaient dans les parties déjà solidifiées. Ce fait explique comment, lorsque les premières assises franchement sédimentaires se sont formées, elles ont pu être métamorphisées successivement et, pour ainsi dire, au fur et à mesure de leur dépôt.

On a pu reconnaître par les discordances de stratification que peu avant le dépôt des assises renfermant la faune dite primordiale, il y avait eu des soulèvements importants du sol. Il n'y a aucune raison pour qu'une injection de roches granitiques ou granulitiques dans les dépôts sédimentaires antérieurs, n'ait pas correspondu à ce mouvement, ce qui expliquerait pourquoi les gneiss et les schistes cristallins sont si rapprochés des assises cambriennes.

L'étude pétrographique des assises azoïques antérieures au Cambrien aboutit donc à cette conclusion qu'elles ne se présentent pas à nous avec la structure qu'elles avaient lors de leur formation, mais qu'elles ont pu se déposer dans les mêmes conditions que celles de toutes les autres assises sédimentaires et par cela même renfermer des formes organiques. Ce n'est que par suite d'un métamorphisme intense qu'elles ont changé de nature.

Les travaux récents de Paléontologie et de Pétrographie concourent donc à nous faire croire qu'il a pu exister, avant la faune que nous avons considérée comme primordiale, une faune plus ancienne, ainsi que le pensaient *à priori* les évolutionnistes. Mais rien ne nous permet encore de nous faire une idée de ce que pourraient avoir été ces formes tout à fait primitives. Cette faune, d'ailleurs, aurait pu commencer à paraître longtemps avant l'époque cambrienne, car l'épaisseur des gneiss, telle que nous l'évaluons, est considérable (et peut-être celle que nous leur attribuons n'est-elle qu'une faible partie de leur épaisseur réelle) et peut correspondre à une longue série de dépôts[1]. Ces conclusions reculent de beaucoup la date de l'apparition de la vie ; mais de plus, elles nous conduisent à la conviction que jamais on ne trouvera la faune vraiment primordiale et encore moins l'*archétype* d'où seraient descendues toutes les formes organiques qui couvrent la Terre.

J. Bergeron,
Docteur ès sciences.

LA SYNTHÈSE DES ALCALOIDES NATURELS

Les alcaloïdes naturels sont des composés organiques azotés, extraits des sucs végétaux ou des tissus animaux, qui s'unissent aux acides, à la façon de l'ammoniaque, pour donner des sels.

I. — Premières recherches

Séguin et Derosne en 1803, Sertuerner en 1804 obtinrent les premiers alcaloïdes connus, qu'ils retirèrent de l'opium ; mais ils n'attachèrent pas à cette découverte toute l'importance qu'elle méritait. On admettait à cette époque que la Nature ne pouvait produire que des composés neutres ou acides, et l'on attribua l'alcalinité des nouveaux composés à l'action ou à la présence des réactifs employés pour les extraire. C'est seulement en 1817 que Sertuerner, rompant nettement en visière au préjugé, démontra, dans un mémoire célèbre, l'alcalinité propre de la morphine.

A partir de ce moment les découvertes se succèdent rapidement. Pelletier et Caventou extraient en 1818 la strychnine de la fève de Saint-Ignace ; en 1820, ils retirent la quinine et, en 1821, la cinchonine de l'écorce de quinquina.

Il est nécessaire de faire remarquer l'importance énorme, au point de vue médical, qu'eurent ces découvertes, principalement celle de la quinine.

Quand les plantes médicinales sont employées à l'état d'extraits, aqueux ou alcooliques, d'infusions ou de macérations, de teintures et alcoolatures, on fait absorber au malade, outre la ou les substances actives, une quantité infiniment plus grande de substances sans action déterminée ; de plus, les rapports pondéraux entre ces deux sortes

[1] On a distingué dans les gneiss deux horizons : les gneiss gris à la base et les gneiss granulitiques à la partie supérieure. Certains auteurs ont pensé que les roches de l'horizon inférieur représentaient la première croûte qui se serait formée à la surface de la Terre, lorsqu'elle commença à se solidifier. Mais il y a tous les passages entre ces variétés de gneiss, et le processus de leur formation semble bien avoir été le même. D'autre part, il est bien invraisemblable que les dislocations de l'écorce terrestre aient amené au jour les plus anciennes roches qui se soient formées et, par suite, les plus profondes.

de substances sont essentiellement variables et dépendent d'une foule de circonstances telles que le lieu et la date de la cueillette ou l'habileté du droguiste. Au lieu de cela l'alcaloïde, une fois obtenu à l'état de pureté et dûment étudié au point de vue physiologique et thérapeutique, est toujours comparable à lui-même et ne trompera jamais celui qui l'emploie.

Il serait cependant regrettable que l'usage trop exclusif des alcaloïdes fît abandonner complètement les préparations de l'ancienne pharmacopée, dont certaines sont encore très précieuses. Les extraits des plantes sont des mélanges très complexes dont l'alcaloïde connu et généralement employé, forme la portion la plus importante, mais non pas la seule active; il se trouve parfois à côté de lui d'autres composés dont l'activité extrême compense la faible proportion. Il peut même arriver qu'un extrait, qui contient plusieurs alcaloïdes, ait une action très différente de celle du plus répandu d'entre eux; c'est le cas de l'extrait thébaïque et de la morphine.

Les tissus et les liquides des animaux contiennent également, à l'état normal, des alcaloïdes. Leur existence fut niée pendant très longtemps. Liebig professait que les organismes animaux ne pouvaient donner naissance qu'à des acides ou à des corps neutres. Aussi rangeait-il dans la classe des amides des composés tels que la xanthine, la sarcine, la créatine, — ce qui le conduisait à faire un nitrile de la créatinine, qui est une base énergique (sa solution bleuit le tournesol), sous prétexte qu'elle se forme en partant de la créatine par perte d'une molécule d'eau.

Ces idées sont abandonnées aujourd'hui, principalement grâce aux travaux de M. Armand Gautier. Ce savant a montré que les muscles des animaux contiennent à l'état normal, outre de la créatine et de la créatinine, des bases voisines de cette dernière, qu'il a nommées leucomaïnes, et dont certaines possèdent une toxicité très nette.

On peut aussi considérer comme alcaloïdes animaux certaines bases organiques, produites par le dédoublement ou la destruction de principes contenus dans l'organisme. Nous citerons : la *taurine*, extraite, en 1826, de la bile par Gemlin; la *choline*, produit de dédoublement des acides biliaires, isolée par Strecker, en 1845, qu'on a trouvée très voisine de à la *névrine*, obtenue en 1865 par Liebreich, dans le dédoublement de la lécithine du cerveau.

Enfin les microbes produisent, aux dépens de leurs bouillons de culture ou des tissus sur lesquels ils vivent, des alcaloïdes, en général extrêmement toxiques, auxquels on a donné le nom générique de *toxines*. Les mieux connues d'entre elles sont les *ptomaïnes*, ou alcaloïdes de la putréfaction, qui ont été découvertes simultanément par MM. Armand Gautier et François Selmi et qui ont été ensuite étudiées par MM. Gautier et Etard et par M. Brieger.

Tandis que l'étude des alcaloïdes végétaux est très avancée et a rendu à la thérapeutique de nombreux services, celle des toxines est encore dans l'enfance. Mais cette étude doit marcher parallèlement avec la bactériologie, et l'on peut déjà prédire que, dans un avenir prochain, elle formera un chapitre important de la chimie biologique et sera pour la thérapeutique un précieux auxiliaire.

Quand une espèce chimique a été préparée à l'état de pureté et analysée, que ses propriétés ont été déterminées, tant au point de vue des constantes physiques que des réactions chimiques, son étude n'est pas encore terminée. Il faut encore établir sa *constitution chimique*, c'est-à-dire démêler de quelle manière sont unis entre eux les atomes qui constituent sa molécule. Le but final vers lequel tendent toutes ces études si délicates est de reproduire à l'aide des matériaux dont nous disposons et des méthodes de travail de la chimie, l'édifice que la Nature a construit, en un mot, de réaliser la synthèse totale du composé, en partant, soit des éléments, soit de composés dont la synthèse a déjà été faite.

Les composés existant dans la matière vivante, ou provenant de sa destruction par les agents physiques et chimiques, ont été synthétisés pour la plupart au cours des travaux célèbres de Liebig et Wöhler, de Berthelot, de Würtz, de Baeyer et de ceux, tout récents, d'Émile Fischer; cependant la classe des alcaloïdes naturels a jusqu'ici résisté presque en entier; le grand nombre des atomes contenus dans les molécules des corps, la complexité de leurs fonctions chimiques rendant la tâche extrêmement ardue.

Un certain nombre de succès et beaucoup de résultats intéressants ont été cependant obtenus; c'est leur histoire que nous allons retracer rapidement.

II. — Synthèses partielles.

Il arrive parfois qu'en faisant subir à un composé, qui nous est fourni par la Nature, une suite de transformations chimiques plus ou moins compliquées, on obtient un corps identique à un autre produit naturel; on dit alors qu'on a fait la synthèse partielle de ce dernier. Le jour où l'on réalise la synthèse totale du premier, on transforme la synthèse partielle du second en une synthèse totale.

Ainsi l'aniline a été obtenue pour la première fois dans la distillation de l'indigo avec de la chaux;

on a fait plus tard une synthèse partielle de l'aniline en la préparant au moyen de la benzine du goudron de houille; cette synthèse est devenue totale quand M. Berthelot a fait la synthèse de la benzine à l'aide de l'acétylène.

Nous citerons parmi les synthèses partielles d'alcaloïdes celles qui nous paraissent les plus intéressantes :

1° Celle de la créatinine réalisée par Liebig en traitant la créatine par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. Cette synthèse est devenue totale depuis que Volhard a obtenu la créatine en combinant ensemble la sarcosine et la cyanamide. La synthèse de la sarcosine avait été faite, au préalable, au moyen de l'acide monochloracétique et de la méthylamine.

2° Celle de la codéine au moyen de la morphine. M. Grimaux : démontra par cette synthèse que la codéine est l'éther méthylique de la morphine et qu'il y a entre ces deux bases le même rapport qu'entre le phénol $C^6H^5—OH$ et l'anisol $C^6H^5—OCH^3$. — Ce procédé a été fécond entre les mains de M. Grimaux; il a reconnu que le même rapport avait encore lieu entre la cupréine et la quinine, ce qui lui a permis de réaliser, en commun avec M. Arnaud, la synthèse de la quinine.

Quand on a dédoublé au moyen d'un réactif un alcaloïde en un certain nombre d'autres composés et qu'on peut recombiner ces composés en reproduisant l'alcaloïde primitif, on en fait une synthèse partielle.

L'atropine se dédouble en une base nouvelle, la tropine et en acide tropique; M. Rugheimer a pu recombiner ces deux corps et reproduire l'atropine. On a extrait de la jusquiame une base nommée l'hyosciamine, qui ne diffère de l'atropine que par son pouvoir rotatoire et ses propriétés physiques et qui se dédouble également en acide tropique et tropine. M. Ladenburg a réussi à transformer l'atropine en hyosciamine en la maintenant plusieurs heures à la température de 120°. Il travaille sans relâche à la synthèse de la tropine, ce qui lui permettrait de rendre totales les deux synthèses partielles de l'atropine et de l'hyosciamine.

Les synthèses partielles peuvent avoir parfois des applications très intéressantes, témoin celle de la cocaïne. Cet alcaloïde est actuellement très répandu comme anesthésique local; c'est l'éther méthylique d'un acide aisément dédoudable en acide benzoïque et une base nouvelle, l'ecgonine. On a réussi, en traitant l'ecgonine par le chlorure de benzoyle et éthérifiant la benzoylecgonine ainsi obtenue, au moyen de l'alcool méthylique et de l'acide chlorhydrique sec, à reproduire la cocaïne.

Or, la cocaïne est accompagnée, dans la feuille de coca, d'un grand nombre d'alcaloïdes d'une constitution analogue à la sienne, mais qui ne possèdent pas ses propriétés thérapeutiques. Il se trouve que tous ces alcaloïdes sont dédoublables en ecgonine, alcool méthylique et un acide acomatique, qui n'est pas l'acide benzoïque. On décompose le mélange des bases, on en retire toute l'ecgonine, et on la transforme ensuite en cocaïne, comme nous l'avons indiqué. On arrive, grâce à cette synthèse partielle, à extraire de la feuille de coca beaucoup plus de cocaïne qu'elle n'en contient, résultat qui peut paraître paradoxal.

III — SYNTHÈSES TOTALES.

Les synthèses totales d'alcaloïdes naturels sont aujourd'hui fort rares. Nous avons déjà cité celles de la créatine et de la créatinine.

La muscarine a été extraite par Schmiedeberg de la fausse-oronge ; cet auteur a pu réaliser sa synthèse en oxydant la névrine par l'acide nitrique.

La bétaïne a été retirée en 1866 par Schiller de la mélasse de betterave. Liebreich a pu la reproduire en 1869 en traitant la triméthylamine par l'acide monochloracétique. On l'obtient également au moyen du glycocolle et de l'iodure de méthyle.

La xanthine est un alcaloïde qui a été trouvé dans la chair musculaire et dans l'urine des animaux; elle a été reproduite par M. Armand Gautier en chauffant ensemble en tube scellé de l'acide cyanhydrique et un excès d'acide acétique étendu.

La conicine, alcaloïde volatil et non oxygéné, extrait en 1827 par Giesecke de la grande ciguë (*Conium maculatum*), n'a pas par elle-même une grande importance, mais les travaux de M. Hofmann et sa synthèse par M. Ladenburg ont appelé sur elle l'attention des chimistes.

En distillant la conicine avec la poudre de zinc, M. Hofmann remarqua qu'elle perdait six atomes d'hydrogène et se transformait en une nouvelle base, la *conyrine*, qu'il reconnut identique à l'α-propylpyridine, ce qui l'induit à admettre que la conicine était l'α-propylpipéridine :

$$C^8H^{17}Az = 6H + \underbrace{C_5H_4Az{-}CH^2 - CH^2 - CH^3}_{}$$

Conicine — α — Propylpyridine (noyau : CH, CH, CH, CH, C — $CH^2 — CH^2 — CH^3$, Az)

Il annonça même avoir reproduit la conicine au moyen de la conyrine et de l'acide iodhydrique et réalisa ainsi une synthèse partielle de l'alcaloïde naturel.

Peu de temps après, M. Ladenburg découvrit un procédé permettant d'obtenir des dérivés α-substitués de la pyridine, et sa méthode d'hydrogénation

si précieuse pour transformer les composés pyridiques en dérivés correspondants de la pipéridine.

En chauffant en tube scellé l'α — picoline avec de paraldéhyde, polymère de l'aldéhyde ordinaire, il parvint à préparer une nouvelle base : l'α — *allylpyridine :*

CH / CH CH / CH CH C — CH^3 / Az $+ CH^3 — CHO =$

α — Picoline Aldéhyde

= CH / CH CH / CH CH C — CH = CH — CH^3 / Az $+ H^2O$

α — Allylpyridine

En hydrogénant cette base par le sodium et l'alcool absolu bouillant, il lui fit fixer huit atomes d'hydrogène et la transforma en α — *propylpipédine :*

CH / CH CH / CH C — CH = CH — CH^3 / Az $+ 8H =$

CH^2 / CH^2 CH^2 / CH^2 CH — CH^2 — CH^2 — CH^3 / AzH

α — Propylpipéridine

L'α *propylpipéridine* possède toutes les propriétés physiques, chimiques et physiologiques de la conicine, sauf une, le pouvoir rotatoire. La conicine possède un fort pouvoir rotatoire à droite, l'α — propylpipéridine est inactive, mais M. Ladenburg a pu démontrer qu'elle constituait une combinaison de la conicine naturelle avec son isomère possédant le même pouvoir rotatoire à gauche. Il prépara le bitartrate d'α — propylpipéridine, en fit une solution saturée, puis y projeta un petit cristal de bitartrate de conicine, ce qui détermina une cristallisation de bitartrate de conicine droite, tandis qu'il restait dans les eaux-mères un bitartrate de conicine gauche.

C'est jusqu'ici la seule synthèse d'un alcaloïde naturel actif sur la lumière polarisée.

IV. — Tentatives de synthèses

Actuellement beaucoup de savants s'occupent d'établir les constitutions chimiques des divers alcaloïdes et s'essayent à leur synthèse. Tous les jours la question fait un pas nouveau; on peut dire que certains alcaloïdes sont maintenant assez bien connus pour que leur reproduction ne soit plus qu'une question de temps. On a pu préparer synthétiquement nombre de leurs produits de dédoublement, ainsi que les principaux groupements atomiques qui concourent à la formation de leurs molécules.

On sait actuellement que la plupart des alcaloïdes importants se rattachent aux deux séries de la pyridine et de la quinoléine ; ces deux séries ont été depuis une dizaine d'années l'objet d'un nombre colossal de travaux, qui ont conduit à une foule de procédés de synthèse de leurs dérivés.

La *nicotine*, alcaloïde extrait du tabac, qui a été, il y a une dizaine d'années, l'objet d'un beau travail de MM. Cahours et Etard, se rattache à la série de la *pyridine*. On a démontré depuis qu'elle était un dérivé hexahydrogéné du β-bipyridyle :

$C^{10}H^{14}Az^2 — 6H =$ CH / CH C — C CH / CH CH CH CH CH / Az Az

Nicotine β — Bipyridyle

Ce β bipyridyle a été obtenu synthétiquement par MM. Skraup et Cobenzl; ils l'ont réduit dans l'espoir de reproduire la nicotine; ils ont obtenu un composé qui est simplement isomère avec la nicotine, mais qui jouit de ses propriétés physiologiques ; ils l'ont appelé la *nicotidine.*

L'atropine et la cocaïne, dont nous avons déjà parlé à propos des synthèses partielles, sont les plus importants des alcaloïdes dérivés de la pyridine.

L'atropine peut être dédoublée en une base, la *tropine*, et un acide aromatique l'*acide tropique.*

$$C^{17}H^{23}AzO^3 + H^2O = C^9H^{10}O^3 + C^8H^{15}AzO$$

Atropine Ac. tropique Tropine

La reproduction de l'atropine au moyen de ses deux composants a été réalisée par M. Rügheimer, et la synthèse de l'acide tropique par M. Ladenburg ; il ne reste donc plus qu'à établir la constitution de la *tropine* et à la reproduire de synthèse.

D'un autre côté, la cocaïne a été décomposée en trois produits, acide benzoïque, alcool méthylique et une base nouvelle, l'*ecgonine :*

$$C^{17}H^{21}AzO^4 + 2H^2O = C^7H^6O^2 + CH^4O + C^9H^{15}AzO^3$$

Cocaïne Ac. benzoïque Alc. méthylique Ecgonine

Les synthèses de l'alcool méthylique et de l'acide benzoïque ont été réalisées depuis longtemps, et M. Einhorn a réussi à recombiner les trois corps en reproduisant la cocaïne; la synthèse de la cocaïne est donc ramenée à celle de l'*ecgonine.*

Or, il se trouve que la tropine et l'ecgonine ne diffèrent que par une molécule d'acide carbonique :

$$C^9H^{15}AzO^3 = CO^2 + C^8H^{15}AzO.$$

Ce rapprochement n'est d'ailleurs pas accidentel ; les deux bases sont capables de perdre chacune une molécule d'eau en donnant la tropine, la *tropidine* $C^8H^{13}Az$ et l'ecgonine, l'*anhydroecgonine* $C^9H^{13}AzO^2$; M. Einhorn a réussi à transformer cette dernière en tropidine avec départ d'acide carbonique.

On peut donc dire que la formule de constitution de la tropine est la clef de celles de l'atropine et de la cocaïne.

M. Ladenburg s'est livré à l'étude de cette base si importante avec une persévérance et un esprit de suite remarquables ; il a transformé par réduction la tropidine en hydrotropidine $C^8H^{15}Az$ et a démontré que ce composé était une base tertiaire, contenant un groupe CH^3 lié à l'atome d'azote ; il a obtenu la base secondaire correspondante, la *norhydrotropidine* $C^7H^{13}Az$ et a pu la transformer en α-éthylpyridine. Ces réactions l'ont conduit à donner à ces divers composés les formules de constitution suivantes :

α — Éthylpyridine

Norhydrotropidine

Hydrotropidine

Tropidine

ou

Tropine

Il a entrepris résolument la synthèse de ces deux composés et, après de longues et patientes recherches, y est arrivé ; aucun d'eux n'est identique à la tropine.

Ce résultat s'explique si l'on admet, comme le fait dans un mémoire tout récent M. Merling, que la tropine et la tropidine possèdent des formules différentes de celles admises par M. Ladenburg. En effet M. Merling fait voir que ces formules ne rendent pas compte de certains faits observés par M. Ladenburg lui-même, tels que la formation du *tropilène*, qui est de l'aldéhyde tétrahydrobenzoïque ; de même l'oxydation de la tropine, qui donne un acide bibasique, l'acide tropinique, et la présence de l'aldéhyde dihydrobenzoïque dans les produits de décomposition de l'anhydroecgonine, ne peuvent pas se comprendre avec les formules de M. Ladenburg.

M. Merling propose des formules qui rendent compte de tous ces faits et qui sont les suivantes :

Tropidine

Tropine

Anhydroecgonine

Ecgonine

Acide tropinique

Ces formules, qui montrent que la molécule de la tropine peut se rompre en donnant tantôt un dérivé de la pipéridine, tantôt un composé hydroaromatique, sont extrêmement ingénieuses et très probables ; malheureusement on ne connaît actuellement aucune méthode permettant de reproduire synthétiquement de semblables composés.

A la série de la quinoléine appartiennent la *cinchonine*, la *cupréine* et son éther méthylique, la *quinine*. Un savant autrichien, M Skraup, a fait de la cinchonine et de la quinine une étude très approfondie ; il a préparé un grand nombre de leurs produits de dédoublement et a fait la synthèse du plus important d'entre eux, la *quinoléine*, en déshydratant par l'acide sulfurique un mélange d'aniline, de glycérine et de nitrobenzine. Cette synthèse a fait faire un pas énorme à l'étude de cette base et a permis d'en préparer une multitude de dérivés.

Enfin la morphine se rattache à une série toute différente, étudiée actuellement par M. Knorr, le savant chimiste qui a découvert l'antipyrine, ce médicament si intéressant ; il a réussi à produire un certain nombre de composés dont la constitution est voisine de celle de la morphine.

On peut se rendre compte par ce court exposé de l'état où se trouve actuellement cette question si passionnante de la synthèse des alcaloïdes naturels ; et si l'on songe que la plupart des travaux que nous venons d'esquisser n'ont pas dix ans de date, il est permis d'espérer que le but ne tardera pas à être atteint.

L. Bouveault,
Docteur ès sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Thurston. (Robert-H.) *Directeur du Sibley College.* **A Manual of the steam Engine for Engineers and practical schools.** (*Manuel de la Machine à vapeur pour les Ingénieurs et les Ecoles pratiques*) — *Première partie : Structure et théorie, un vol.* (30 *fr.*) *John Wiley and Sons, New-York,* 1891.

Voici un ouvrage qui résume tout l'ensemble des connaissances humaines concernant la machine à vapeur. Au premier paragraphe de sa préface, l'auteur dit : « Dans l'ouvrage dont nous publions le premier volume, on a essayé de condenser les faits essentiels et les principes constitutifs de la théorie de la machine à vapeur, tant dans sa forme idéale, telle que la concevaient les anciens auteurs, que dans sa forme réelle, familière aux praticiens; et aussi de donner les méthodes et les faits les plus importants relatifs à la rédaction des projets, à l'exécution, à la conduite, à l'entretien et à l'épreuve de cette machine. La première partie renferme les faits saillants de sa théorie et un historique de son développement graduel depuis les formes rudimentaires des premiers temps jusqu'aux types élégants et économiques familiers à l'ingénieur d'aujourd'hui; en outre une description de la structure générale de la machine moderne et de celle des des diverses espèces en particulier. » Cet ouvrage s'adresse aux ingénieurs qui construisent des machines comme à ceux qui veulent les étudier, en connaître la structure, et la physiologie. Un grand succès lui est assuré dans les pays où l'on parle la langue anglaise et chez les étrangers qui la comprennent. L'impression en est excellenle et les nombreuses figures dans le texte réussies sous tous les rapports.

M. Thurston débute par l'histoire de la machine à vapeur, qu'il n'a eu qu'à résumer de son excellent ouvrage traduit en français par M. J. Hirsch. Puis il expose la structure de la machine, moderne généralisant les développements donnés dans un petit livre paru en 1888 et intitulé : *Stationary steam engines especially as adapted to electric lighting purposes*; il s'occupe autant des machines transportables marines ou locomotives que des machines fixes, locomobiles, quel que soit l'usage auquel elles sont adaptées. Il arrive ensuite à la philosophie de la machine à vapeur, aux principes chimiques, physiques, mécaniques, thermodynamiques qu'elle met en valeur ou en lumière; il distingue la machine idéale qui a fait l'objet des études de Carnot, Rankin et Clausius, de la *machine réelle* sur laquelle se sont exercés les illustres expérimentateurs Clark, Hirn, Isherwood et dont la théorie pratique, même sous sa forme la plus moderne, n'est pas encore complète. Les principes généraux de la thermodynamique sont exposés magistralement avec beaucoup de clarté, sans que jamais soit oublié l'objet principal du livre, l'application à l'art de l'ingénieur. La machine idéale définie, vient l'analyse des pertes inéluctables dans une machine réelle et l'étude des diverses sortes de rendement (*efficiency*), question qui a fait l'objet des profondes méditations de l'auteur au grand avantage des praticiens, avec l'exposé des conditions du maximum de rendement total définitif de la machine. Le dernier chapitre y donne des développements originaux décelant chez l'auteur autant de bon sens que de science alliée à une expérience consommée.

Toutes les questions qui intéressent les praticiens autant que les théoriciens y sont touchées et résolues dans l'étendue de nos connaissances actuelles. L'enveloppe, les conditions de son maximum d'efficacité découvertes par l'auteur, son application aux machines à un et à plusieurs cylindres; la multiplication des cylindres et ses effets sur l'économie de la machine; la surchauffe, ses limites, ses effets; l'influence de l'espace mort, de la compression; la détente et ses conditions économiques; tout ce qui intéresse le constructeur ou le propriétaire d'une machine est étudié à fond de manière que l'ingénieur y trouve un guide sûr, et un conseil prudent.

Nous saisissons l'occasion de remercier M. Thurston de la large place qu'il a bien voulu donner à notre formulaire de la théorie pratique de la machine à vapeur. Nous souhaitons que le second volume, le Manuel du constructeur, paraisse bientôt, afin de démontrer, contrairement à ce que disent les demi-praticiens, que les travaux expérimentaux des dernières années ne sont pas restés stériles pour la construction des machines.

Le Manuel de M. Thurston est le premier essai d'une théorie d'application pour *la machine réelle*. La théorie de la machine *idéale* est achevée; elle l'a été par Rankine et Clausius; il fallait y souder celle de la machine *réelle* qui n'est pas encore complète, il est vrai, mais qui est déjà assez avancée pour rendre de grands services à l'ingénieur, notamment pour l'éclairer sur la performance probable des machines dont il fait le projet. Dans l'état actuel de nos connaissances pratiques, c'était une œuvre hardie que de faire de la science pure la base des opérations les plus délicates, dans les projets et la construction des machines, en vue de les adapter le plus économiquement à leur but. M. Thurston était tout désigné pour l'entreprendre. Tout jeune, au sortir de l'Ecole, il a été occupé au bureau du Génie de l'ancien firme Thurston et C°, s'y est adonné à la rédaction des projets et à la construction des machines à vapeur en particulier, à un moment où s'y opérait une complète transformation. Il était avide de savoir et Rankine venait de publier son ouvrage de thermodynamique, où le désaccord est patent entre la théorie et la réalité. Il entra ensuite dans la Marine des Etats-Unis, et y resta tout le temps de la guerre à diriger sans relâche les machines, rude, mais instructif métier qui acheva son éducation. Durant ces années, Clark, Hirn, Isherwood étudiaient expérimentalement la machine réelle; leurs travaux furent mis en évidence par le professeur Cotterill dans son traité intitulé : « The steam engine as a heat engine », où s'introduit un essai de théorie des pertes inéluctables dans les machines réelles; ceci était du moins de quelque utilité dans les ateliers. Mais il restait beaucoup à faire encore, des documents à réunir et surtout des données pratiques expérimentales. Devenu professeur, M. Thurston fut en mesure de participer à cette œuvre par ses études dans son Laboratoire; aujourd'hui il est en possession du premier laboratoire du monde. Il a fait des séries d'essais sur tout ce qui concerne la machine à vapeur et sa construction. Il a publié l'histoire du développement de la machine à vapeur, la philosophie de celle-ci, la traduction de l'immortel ouvrage de Carnot, la physiologie des machines les plus modernes, des travaux sur le frottement, sur les essais de machines et de chaudières, sur la résistance et les propriétés utilisables des matériaux, sur le mérite des enveloppes à vapeur et les conditions du maximum de leur effet utile. En revêtant d'un enduit particulier les surfaces condensantes, mais non frottantes, du cylindre, il a réduit à une quantité négligeable le champ des économies que l'on peut encore espérer; il a clos l'ère des perfectionnements.

Enfin le Manuel d'aujourd'hui, en rassemblant et résumant ses travaux précédents, couronne l'édifice et le livre au service public.

Qu'on ne s'attende pas à y trouver de ces formules de carnets qui sont simples, mais fausses et décevantes, incapables d'exprimer les phénomènes si complexes auxquels sont dues les pertes. M. Thurston n'a pas la prétention de connaître les vraies formules, mais celles qu'il propose conduiront les prévisions de l'ingénieur beaucoup plus près des réalités pratiques que les anciennes, même corrigées par des coefficients, ou que les nouvelles de la thermodynamique pure. Sans doute ses chiffres ne doivent pas être employés sans discernement. Un vrai praticien s'enquerra de leur provenance et saura déterminer lui-même les valeurs précises de ceux qu'il introduira dans les calculs de ses constructions. Dans ces conditions il trouvera dans le *Manuel* les matériaux nécessaires à la solution du problème qui se pose le plus généralement : Obtenir au meilleur marché, pratiquement parlant, une quantité voulue de travail mécanique, au moyen des calories contenues à l'état potentiel dans un combustible.

Pr V. Dwelshauvers-Dery.

2° Sciences physiques.

Bonel (A.), *Chef du service du contrôle à la Société française des télégraphes sous-marins.* **Guide pratique de télégraphie sous-marine**, *un vol.* (3 fr. 50). *J. Michelet, éditeur*, 25, *quai des Grands-Augustins Paris*, 1891.

Contrairement à ce que son titre semble promettre, ce petit ouvrage ne s'adresse qu'aux agents chargés de la transmission des signaux dans les stations télégraphiques desservies par des cables sous-marins ; il mérite néanmoins d'attirer l'attention d'un plus grand public, en ce moment où l'industrie de la télégraphie sous-marine, qui était jusqu'à présent à peu près monopolisée par l'Angleterre, tend à s'implanter sérieusement dans notre pays.

L'ouvrage de M. Bonel peut se diviser en trois parties. La première, comprenant trois chapitres, est consacrée à des généralités sur la constitution des câbles, les origines et la propagation de l'électricité, et à des définitions techniques. Elle forme, à nos yeux, un hors d'œuvre qu'il eût été préférable de supprimer. Les notions nécessairement fort restreintes que l'on y trouve seraient insuffisantes pour des personnes qui aborderaient pour la première fois l'étude de l'électricité et de la télégraphie, et ne sauraient, d'un autre côté, être d'aucune utilité à des agents que l'on doit supposer déjà pourvus de connaissances plus étendues. Nous aurions d'ailleurs à faire des réserves sur certaines idées, théoriques aussi bien que pratiques, qui y sont exposées. Le *Chatterton compound*, par exemple, dans la composition duquel entre également de la résine, est employé en vue, non de boucher les fissures qui peuvent se produire dans la gutta, mais de déterminer l'adhérence de la première couche de gutta sur le conducteur en cuivre, et celle des diverses couches de gutta entre elles. La conductibilité et la résistance électriques ne constituent pas deux propriétés distinctes des conducteurs, mais sont deux expressions différentes d'une seule et même propriété : l'une d'elles est exactement l'inverse de l'autre. Les définitions techniques manquent souvent de précision et même de rigueur; citons, en particulier, sans d'ailleurs y insister, celles de la densité électrique et de la capacité électrostatique.

La seconde partie, comprenant les chapitres IV à IX, est de beaucoup la plus intéressante et contient la description des principaux appareils de transmission en usage dans la télégraphie sous-marine.

Un chapitre entier est consacré au morse à double courant de Siemens : le transmetteur, le relais polarisé et le relais magnéto, dont le principe est emprunté, partie au siphon recorder, partie au relais Brown-Allan, sont étudiés en détail; les précautions à prendre pour l'entretien des appareils sont indiquées avec soin et permettront aux agents d'éviter souvent et, dans tous les cas, de réparer plus rapidement les dérangements qui pourraient s'y produire.

Le siphon recorder de sir William Thomson est également l'objet d'une attention particulière de la part de l'auteur. Les modifications qui ont été apportées à cet appareil dans ces dernières années : remplacement des électro-aimants par des aimants permanents, suppression du moulinet électrique, entraînement du papier par un mouvement d'horlogerie, vibrateurs Cuttriss et White, sont décrites avec toute l'ampleur nécessaire. D'intéressants détails sur l'installation du recorder, son fonctionnement et les dérangements auxquels il est sujet, terminent ce chapitre.

L'auteur glisse plus légèrement sur l'ondulateur Lauritzen et le relais Brown-Allan qui sont cependant employés couramment par certaines Compagnies. Les appareils Estienne et Hérodote, destinés à enregistrer séparément les signaux produits par des courants de sens différent, sont mentionnés, bien qu'à notre connaissance, ils n'aient jamais été expérimentés sur une ligne sous-marine ; d'autres appareils, tels que les relais d'Arlincourt-Willot, Rambaud, les systèmes automatiques de décharge Godfroy et autres, etc., qui sont, il est vrai, en usage plutôt sur les lignes souterraines, ne sont même pas nommés.

Dans le chapitre consacré à l'appareil classique à miroir, l'auteur expose l'agencement imaginé en 1866 par Cromwell Varley pour la transmission des signaux sur le câble atlantique (condensateurs placés aux deux extrémités du câble, laissant la ligne complètement isolée), et l'explique par le désir d'éviter au câble de puissantes charges d'électricité qui eûssent pu lui être préjudiciables. Il ne paraît pas inutile d'ajouter que Varley se proposait également d'affranchir le câble de l'action des courants telluriques très intenses qui circulent entre Valentia et Terre-Neuve et, qu'effet inattendu mais fort apprécié néanmoins, la vitesse de transmission fut augmentée ainsi dans une large proportion (1/3 pour le câble Brest-Saint-Pierre).

La troisième partie donne, en deux chapitres, la description des instruments employés pour les mesures électriques et les méthodes les plus usuelles pour la vérification périodique des lignes sous-marines. Nous ferons remarquer que les deux méthodes indiquées par l'auteur pour la mesure de l'isolement, sont identiques au fond et connues des électriciens sous le nom de méthode de substitution; la valeur de d, telle qu'elle est obtenue, à la page 147, ne pourrait être comparée à la constante c, mesurée comme il est expliqué à la page précédente. On prend de cette manière les déviations d et d_1 1° au moment où l'on met la source électrique en communication avec le câble, et 2° au bout du temps t compté en minutes, lorsque, pour le calcul de l'isolement, on veut faire usage de la formule de Siemens $I = 26{,}06 \dfrac{t}{C \log \frac{d}{d_1}}$, C représentant la capacité totale du câble. Mais cette méthode qui diffère réellement de la méthode de substitution n'est point décrite.

L'auteur donne quelques indications fort succinctes sur la recherche des fautes, ces opérations, en général fort délicates, étant du domaine exclusif des ingénieurs. Dans un appendice enfin sont exposées rapidement les méthodes duplex, Ailhaud et Muirhead.

L'ouvrage est illustré par de nombreux dessins fort bien exécutés et sera certainement lu avec fruit par les agents des Compagnies des câbles sous-marins, désireux de connaître à fond les appareils dont le maniement leur est confié. L'auteur améliorerait toutefois singulièrement son œuvre si, à une prochaine édition, il supprimait complètement la première et peut-être même la troisième partie, et s'il donnait en revanche à

la seconde, dans laquelle sa compétence est incontestable, les développements qu'elle mérite.

E. WUNSCHENDORFF.

Congrès international de Photographie de 1890, *rapports et documents publiés par M. S. Pector. Gauthier-Villars et fils*, 55 *quai des Grands-Augustins*, *Paris*, 1891.

M. Pector a eu l'heureuse idée de réunir en un volume tous les rapports et documents relatifs aux importantes questions traitées dans les séances du Congrès international de Photographie tenu à Paris l'an dernier.

Laissant de côté toute la partie historique et les documents officiels, nous tenons à signaler aux lecteurs de la *Revue*, les Mémoires présentés par M. A. de la Baume Pluvinel, sur le mode de mesure de la sensibilité des préparations photographiques; sur la définition et la détermination des constantes d'un objectif; et sur la détermination du rendement d'un obturateur. M. le commandant Legros a présenté un mémoire du plus haut intérêt, sur la détermination de la distance focale des objectifs. Enfin, M. le Ct Moëssard a fait un très beau travail sur la mesure de la clarté propre des objectifs.

C. NAUD.

Geisenheimer (Georges). — **Sur les chlorures et bromures doubles d'iridium et de phosphore.** — *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Imprimerie Gauthier-Villars*, 55, *quai des Grands-Augustins*, *Paris*, 1891.

Les chlorures d'or et de platine sont susceptibles de former des chlorures doubles par leur union soit avec les chlorures alcalins, soit avec les chlorures de métalloïdes. On connaît de même des combinaisons des chlorures de potassium et d'ammonium avec les chlorures d'iridium, mais jusqu'ici on n'avait pas isolé de combinaisons de ces derniers chlorures avec les chlorures de métalloïdes : c'est cette lacune que M. Geisenheimer s'est proposé de combler.

L'auteur a pu isoler quatre chlorures doubles d'iridium et de phosphore, deux chlorures triples d'iridium, de phosphore et d'arsenic et un chlorure triple d'iridium, de phosphore et de soufre.

On retrouve dans la préparation de ces chlorures la tendance caractéristique de l'iridium à former des sels doubles de composition compliquée : c'est ainsi que le chlorure que l'on obtient le plus facilement répond à la formule :

$$Ir^2Cl^6, 3PCl^3, 3PCl^5$$

Il se forme quand on fait réagir, en tubes scellés, le bioxyde d'iridium hydraté sur un mélange de trichlorure et de pentachlorure de phosphore. Les autres chlorures, de composition plus simple, s'obtiennent par décomposition de celui-là.

L'eau décompose ces chlorures doubles avec formation d'acides correspondants, analogues aux acides phosphoplatiniques de MM. Schutzenberger et Fontaine.

H. GAUTIER.

3° Sciences naturelles.

Prunet (A.) — **Recherches anatomiques et physiologiques sur les nœuds et les entre-nœuds de la tige des Dicotylédones.** *Thèse de la Faculté des sciences de Paris. Lagarde et Sébille à Toulouse, et Masson*, 120, *boulevard Saint-Germain*, *Paris*, 1891.

De l'étude anatomique d'un très grand nombre d'espèces, M. Prunet conclut que, d'une manière générale, dans les nœuds des tiges ou des rameaux de l'année, les éléments des tissus parenchymateux, écorce, moelle, rayons médullaires, prennent plus d'importance que dans les entre-nœuds ; ils réduisent leurs dimensions longitudinales et accroissent leurs dimensions transversales; la proportion des vaisseaux étroits augmente; les éléments scléreux sont réduits ou disparaissent, et sont remplacés par du parenchyme ou du collenchyme. Ces particularités doivent avoir pour résultat de faciliter les échanges liquides entre l'axe et ses appendices. D'ailleurs, après la chute des feuilles, les tissus de nouvelle formation ont sensiblement la même structure dans les nœuds et les entre-nœuds. De plus, dans les tiges souterraines, pourvues de feuilles rudimentaires à transpiration faible ou nulle, ces modifications sont très atténuées.

En passant, l'auteur étudie la manière dont les bourgeons dormants du *Cornus sanguinea*, du *Cercis siliquastrum*, etc., se rattachent à l'axe; nous ne pouvons que signaler ce passage intéressant, qui mériterait cependant de nous arrêter.

Dans la deuxième partie, M. Prunet recherche si cette structure particulière du nœud ne correspond pas à un rôle spécial dans l'emmagasinement ou le transport de l'eau ou d'autres substances. En pesant à l'état frais et à l'état sec les nœuds et les parties moyennes des entre-nœuds pris sur les rameaux adultes de plus de 60 espèces, l'auteur constate que les nœuds sont en général plus riches en eau que les entre-nœuds; la teneur maximum en eau se trouve dans le nœud supérieur, et la teneur minimum dans l'entre-nœud le plus inférieur.

Cet excès d'eau est en rapport avec la transpiration, car, tandis qu'il est très élevé lorque les feuilles arrivent à l'âge adulte, il décroît beaucoup à la fin de la belle saison, alors que la transpiration est devenue moindre; il décroît surtout après la chute des feuilles, et même le rapport peut alors être renversé. De plus, dans un rameau feuillé, cet excès diminue aussi pendant une même journée, au moment de la plus forte transpiration. Comme preuve à l'appui, on peut encore citer le fait que, dans les tiges souterraines, l'excès d'eau des nœuds est toujours très faible ou nul. La réserve d'eau des nœuds, située à portée des feuilles et pouvant leur être cédée rapidement, leur permettra de résister à de brusques accroissements dans la transpiration.

L'eau s'accumule dans les nœuds, non seulement grâce aux dispositions anatomiques spéciales, mais aussi grâce à leur contenu plus osmotique. Ainsi, dans les tiges adultes, les nœuds ont toujours donné, dans un très grand nombre d'analyses, plus de cendres, et d'acides libres ou combinés que les entre-nœuds, et la répartition de ces substances, dans un rameau donné, est la même que celle de l'eau.

Enfin, dans les rameaux adultes, à égalité de poids sec, les nœuds sont en général plus riches en hydrates de carbone et en matières albuminoïdes que les entre-nœuds, comme le voisinage des feuilles d'une part, et des bourgeons d'autre part, permettait de le prévoir.

En résumé, d'après le travail intéressant et consciencieux de M. Prunet, les nœuds des tiges feuillées des Dicotylédones possèdent une structure spéciale, qui leur permet d'emmagasiner de l'eau de réserve, et d'accumuler des sels, des hydrates de carbone et des matières albuminoïdes.

C. SAUVAGEAU.

Lahille (F.). — **Recherches sur les Tuniciers.** *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. Imprimerie Lagarde et Sébille. Toulouse*, 1891.

En commençant ses recherches sur les Tuniciers, M. Lahille s'était proposé, ainsi qu'il nous l'apprend dans l'introduction de son mémoire, d'étudier les Synascidies, mais pensant qu'il était indispensable de commencer par des types plus simples tels que les Appendiculaires, et par des formes plus faciles à disséquer telles que les Ascidies simples, il a été conduit à entreprendre une étude générale des Tuniciers. Le sujet était vaste, et se proposer « d'examiner en détail, comme il le dit lui-même, l'anatomie de quelques genres de Tuniciers pris dans les familles les plus naturelles; grouper autour de ces genres les formes voisines en faisant ressortir les affinités morphologiques; dresser sur cette base la systématique des Tuniciers inférieurs en précisant les caractères vraiment distinctifs des familles, des genres et des espèces représentés

sur nos côtes. » C'était entreprendre une lourde tâche. M. Lahille a fait un excellent travail de zoologie, mais son sujet comportait un nombre trop considérable de types différents à examiner pour qu'il pût faire, de chacun, une étude anatomique et surtout histologique approfondie; il a peut-être un peu oublié que Maurice, Van Beneden et Julin avaient montré tout l'intérêt que pouvait fournir l'étude d'un type d'Ascidie. Ses observations anatomiques sont donc un peu superficielles; aussi lorsqu'il a voulu entrer dans le domaine des généralités, M. Lahille a fait fausse route, et la classification naturelle qu'il propose est basée sur des principes inexacts. Estimant que la branchie est l'organe dominateur des Tuniciers, il les divise en ATREMATA (*Appendiculaires*) qui ont deux fentes branchiales et pas de trémas; HEMITREMATA (*Salpes*), pourvus de trémas rudimentaires et de deux fentes branchiales et EUTREMATA (tous les autres Tuniciers) qui possèdent une branchie communiquant avec une cavité péripharyngienne par de nombreux trémas. Ces derniers sont divisés à leur tour, suivant la structure de la branchie, en : APLOUSOBRANCHIATA, qui comprennent les *Doliolidés*, *Pyrosomidés*, *Didemnidés*, *Distomidés*, etc; PHLEBOBRANCHIATA renfermant les *Cionidés* et les *Ascidiacés*, et STOLIDOBRANCHIATA où sont rangés les *Botryllidés*, les *Cynthidés*, les *Molgulidés*, etc.

Or, il me semble que les caractères fournis exclusivement par la branchie ne suffisent pas pour établir une classification naturelle des Tuniciers; dans ce groupe, comme dans d'autres, il n'est peut-être pas d'organe qui soit aussi sujet que l'appareil respiratoire à se modifier suivant les circonstances extérieures. On peut utiliser les modifications de cet appareil pour établir des coupures dans une classe ou dans un ordre, mais non dans un embranchement. En basant une classification des Tuniciers sur la constitution de la branchie, on se trouve conduit à rapprocher les uns des autres des êtres à organisation très différente, et à éloigner des formes très voisines. Que l'on dissocie les anciens groupes d'Ascidies simples et d'Ascidies composées — ce qu'a fait d'ailleurs Herdmann avant M. Lahille — rien n'est plus naturel; mais placer dans le même *sous-ordre* les *Doliolum*, les *Pyrosomes*, et les *Didemnum*, mettre dans *des classes* différentes les *Doliolum* et les *Salpes*, disjoindre brutalement des groupes homogènes, et cela sans autres raisons que des ressemblances et des différences dans l'appareil respiratoire, c'est peut-être aller un peu loin.

Ces réserves faites, et les questions générales, qui d'ailleurs tiennent peu de place dans son travail, mises de côté, il est juste de reconnaître que la thèse de M. Lahille est un excellent travail de zoologie pure, et l'on sait que l'espèce en est fort rare. Les différentes espèces de Tuniciers de nos côtes de la Méditerranée et de la Manche y sont étudiées avec beaucoup de détails; la synonymie est discutée avec soin ; les indications sur le mode d'existence, la station, l'habitat, etc., des formes paraissent très consciencieuses; enfin les descriptions anatomiques, qui seraient écourtées dans un travail de morphologie, sont très suffisantes, et j'ajouterai très utiles, dans un mémoire de zoologie.

M. Lahille n'a pas étudié les Appendiculaires : c'est un sujet qu'il réserve pour un mémoire spécial. Comme type d'*Hemitremata*, il a choisi la *Pegea confederata*, et il a cherché à montrer que les Salpes constituaient des formes inférieures dont la structure de l'appareil respiratoire faisait présager la branchie complexe des *Eutremata*. C'est l'étude d'un très grand nombre des types qu'il réunit sous ce nom qui constitue la partie de beaucoup la plus importante et la plus intéressante du travail de M. Lahille. Certaines familles en particulier, telles que les *Didemnidés*, les *Distomidés*, plusieurs *Leptoclinidés*, les *Perophora*, etc., sont étudiées de très près, et il convient de faire remarquer que l'organisation de ces familles ou de ces genres nous était à peine connue. Les particularités anatomiques des diverses formes sont heureusement utilisées pour la classification; les caractères différentiels des genres et des espèces sont nettement indiqués et présentés sous une forme très précise. Et si j'ai critiqué la classification générale des Tuniciers, je suis heureux de reconnaître que dans le groupement des genres et des familles, dans la discussion des caractères spécifiques et de leur importance, M. Lahille a été plus heureux que dans l'établissement de grandes coupures de l'embranchement.

En résumé, le travail de M. Lahille est un très bon travail de zoologie pure, et à ce titre il présente un grand mérite. Les rares zoologistes qui s'occupent de l'étude des faunes savent de quelles difficultés était entourée la détermination des Tuniciers. C'est donc un grand service que M. Lahille leur aura rendu en leur mettant entre les mains un livre permettant de déterminer sûrement les Tuniciers de nos côtes.

J'ajouterai que la lecture du travail de M. Lahille est rendue plus facile par de nombreux et excellents dessins intercalés dans le texte. C'est là une très bonne méthode, mais pourquoi n'est-elle pas plus suivie? Est-ce parce que les artistes chargés de la reproduction des dessins scientifiques, s'ils font souvent des dessins hors texte médiocres, font généralement des dessins dans le texte mauvais? Sous ce rapport, M. Lahille n'a pas à se plaindre, et ses dessins, reproduits par la zincogravure, sont très jolis et valent mieux que beaucoup de lithographies. R. KŒHLER.

Ball (W.-P.). — **Hérédité et Exercice.** *Traduction de Henri de Varigny. Un volume in-18 (cartonné : 3 fr. 50). Lecrosnier et Babé, libraires-éditeurs, 23, place de l'Ecole-de-Médecine. Paris*, 1891.

Sous le nom de *Bibliothèque évolutionniste*, il est publié depuis peu, sous la direction de M. de Varigny, une collection d'ouvrages « strictement scientifiques, choisis parmi ceux où sont exposés avec clarté les différents principes et les diverses applications de la théorie évolutionniste ». L'idée est évidemment excellente, et l'application en paraît heureuse si l'on s'en rapporte aux premiers volumes parus, *le Darwinisme*, par A.-R. Wallace, et le présent opuscule de M. Platt Ball.

Nous avons rendu compte, ici même, de cet opuscule lors de sa publication à Londres. C'est une œuvre qu'on ne peut guère analyser, car elle consiste essentiellement en une substitution du rôle de la sélection naturelle à celui de l'usage ou de la désuétude dans l'explication d'un certain nombre de faits qui avaient paru à Herbert Spencer ou à Darwin militer précisément en faveur de l'adoption de l'hérédité des effets de l'usage et de la désuétude. La méthode de P. Ball est simple. Il prend successivement les exemples et arguments cités par Spencer et par Darwin, et fait ressortir qu'on les explique aussi bien et peut-être mieux par la sélection naturelle, et qu'il est dès lors inutile de recourir à une autre interprétation. Somme toute, dit M. Ball, l'hérédité d'exercice (c'est ainsi qu'il dénomme l'hérédité des effets de l'usage et de la désuétude) est une théorie sans valeur, parce qu'elle n'est ni nécessaire, ni prouvée, ni probable.

Voilà, dans la collection évolutionniste, un fervent adepte de Weismann qui n'est pas tendre pour Lamark.

Comme pour corriger l'absolutisme des conclusions de M. Ball, M. de Varigny joint, en appendice, dans le même volume, une discussion de M. H.-F. Osborne sur cette question : les variations acquises sont-elles héréditaires? L'auteur se livre à une étude serrée de la nature du sujet, et il arrive à cette conclusion que « le point vulnérable des Lamarckiens est le problème de l'hérédité, tandis que le point faible de leurs adversaires est la solution du problème de la variation ». Après avoir ainsi fait sa part à chacun, Osborne cherche à appliquer l'un et l'autre de ces systèmes aux faits et à établir le point suivant : l'état actuel de nos connaissances de la variation chez les formes vivantes ou fossiles donne-t-il un plus grand appui au principe de Lamarck ou à celui de Weismann ? De l'intéressante

discussion à laquelle il se livre, l'auteur déduit que, d'après le principe de Weismann, nous pouvons expliquer l'hérédité, mais non l'évolution, tandis que, d'après le principe de Lamarck et le principe de la sélection de Darwin, nous pouvons expliquer l'évolution, mais non jusqu'ici l'hérédité.

On lira ces quelques pages avec intérêt, et le public français saura gré à M. de Varigny d'avoir entrepris ces traductions, auxquelles on pourrait reprocher seulement de conserver parfois la forme anglaise à ce point que la lecture devient un peu difficile. Il faut reconnaître toutefois que cette manière de faire a aussi son avantage. Elle permet au lecteur de s'assurer qu'il a en mains une traduction rigoureuse et non une interprétation reflétant plus ou moins exactement les idées de l'auteur.

Dr H. Beauregard.

4° Sciences médicales.

Verneuil (Le Professeur). — **Etudes expérimentales et cliniques sur la tuberculose.** *Tome III, premier fascicule* (6 *fr.*). *G. Masson*, 120, *boulevard Saint-Germain*, *Paris*, 1891.

Ce fascicule, précédé d'un important index bibliographique des travaux publiés sur la tuberculose en 1889, index recueilli avec une grande précision par M. L.-H. Petit, contient une série de mémoires intéressants dont nous ne pouvons donner qu'une idée ici.

M. C. Leroy, à la suite de *recherches bactériologiques à propos d'une tuberculose bovine atypique*, arrive à conclure que la tuberculose bovine peut se manifester anatomiquement par des lésions microscopiques identiques en apparence, mais dissemblables quant à la nature du micro-organisme qui les produit.

M. Ledoux-Lebard, en faisant ingérer à des cobayes et à des lapins des cultures de pseudo-tuberculose, a obtenu une *infection pseudo-tuberculeuse par les voies digestives.* C'est un mode d'infection plus lent que l'injection sous-cutanée, elle-même plus lente dans ses effets que l'inoculation péritonéale, que l'injection intratrachéale et surtout que l'injection dans le sang. On peut distinguer dans la pseudo-tuberculose par ingestion deux formes : 1° l'une, rapide avec éruption miliaire ; 2° l'autre, lente, ne donnant lieu qu'à peu de lésions intestinales (quelques plaques caséeuses du cœcum seulement), à des hypertrophies ganglionnaires et à des abcès du foie.

Dans les recherches de M. V. Despeignes sur *la tuberculose expérimentale des animaux vertébrés dits à sang froid*, nous relèverons ce fait qu'en maintenant des grenouilles à la température de + 25°, on peut leur inoculer avec succès le bacille de Koch.

MM. Troisier et Ménétrier, avec deux observations nouvelles, une personnelle, une communiquée par M. Verneuil, tracent à nouveau l'histoire de l'*ulcère tuberculeux des lèvres.*

Après avoir étudié l'*histologie pathologique du lupus érythémateux*, M H. Leloir cherche à préciser sa *nature*, et, se fondant sur les résultats de l'anatomie pathologique, de la bactériologie et de l'expérimentation, arrive à conclure que la nature tuberculeuse du lupus érythémateux est loin d'être démontrée.

MM. Prioleau et Lejars nous donnent dans ce fascicule deux travaux sur la lymphangite tuberculeuse. Le premier étudie plus spécialement la *tuberculose cutanée et la lymphangite tuberculeuse consécutives à la tuberculose osseuse.* Le deuxième publie un *essai sur la lymphangite tuberculeuse*, n'ayant, comme il le dit, pour but que de grouper les observations connues de lymphangite tuberculeuse, d'y ajouter quelques cas nouveaux, et, sur ces données comparatives, de dresser le bilan des solutions acquises, et surtout des problèmes encore à résoudre.

Appliquant à la tuberculose les principes généraux des méthodes pastoriennes, MM. J. Héricourt et Ch. Richet ont pratiqué la *vaccination par produits solubles des cultures tuberculeuses.* Ils sont arrivés ainsi à vacciner des lapins contre la tuberculose bovine et contre la tuberculose aviaire. Dès 1888, les mêmes expérimentateurs avaient montré que la *transfusion* à des lapins *du sang de chien* modifie les effets de la tuberculose et en ralentit notablement l'évolution. Dans ce nouveau mémoire, ils démontrent que l'action de la transfusion est encore bien plus nette si l'on prend du sang d'un chien auquel on a inoculé la tuberculose.

Après une série d'expériences faites en vue de déterminer l'*origine de la tuberculose du tractus uvéal*, M. Valude arrive à conclure que, dans un organisme infecté, le traumatisme de l'œil sain n'est suivi d'aucune réaction spéciale, contrairement à ce qui arrive pour le tissu cellulaire, les os et les articulations. Cela tient peut-être à ce que la tuberculose n'envahit l'œil que par la voie lymphatique, et jamais par le système vasculaire sanguin.

M. A. Olivier, par le récit de l'observation de tous les membres d'une même famille, cherche à établir la réalité de l'*hérédité du lupus.* L'hérédité non seulement jouerait un rôle de première importance dans le développement de la tuberculose, mais prédisposerait aussi à des localisations déterminées.

Pour M. G. Daremberg, le *mariage des tuberculeux* doit être autorisé si les lésions sont guéries et si le malade a la possibilité de mener une vie calme et tranquille.

Une observation due à M. Ricard tend à faire admettre que la *tuberculose congénitale* peut résulter d'une transmission directe du père à l'enfant, lorsque le père est porteur d'une lésion tuberculeuse en voie d'évolution au moment de la conception.

Etudiant le *pronostic éloigné et la récidive dans les tuberculoses locales*, M. P. Thiéry insiste sur la fréquence des récidives locales et des récidives à distance. Il y aurait toutefois des différences dans la gravité, suivant la localisation tuberculeuse considérée, et, à cet égard, les tuberculoses vertébrales et péritonéales seraient infiniment plus graves que la tuberculose ganglionnaire, la tuberculose osseuse et non juxta-articulaire des membres, les gommes, etc.

MM. J. Courmont et L. Dor sont arrivés à produire chez le lapin des *tumeurs blanches expérimentales par inoculation intra-veineuse de culture de bacilles tuberculeux atténués.*

M. Verneuil, à propos de cinq observations de malades ayant subi des *résections pluricostales pour pleurésies purulentes tuberculeuses*, s'élève contre les résections larges et multiples dans la pleurésie purulente tuberculeuse. Il ne faut faire de ponction que s'il y a nécessité absolue, et si l'on ponctionne, alors même que l'épanchement est séreux, il faut injecter immédiatement un liquide capable de détruire le virus. Si la pleurésie est suppurée, on fera l'empyème, suivi d'injection de parasiticides sérieux. En cas de pachypleurite bien constatée et inapte à la réunion, il faut réséquer les côtes et exciser la plèvre afin d'agir directement sur la néo-membrane fibroïde. Enfin, dans certains cas, la cavité purulente étant stérilisée, on peut tenter la mobilisation de la paroi costale par un procédé anaplastique.

Dr Henri Hartmann.

Labusquière (R.). — **De la grossesse après l'hystéropexie.** — *Annales de gynécologie, août* 1891, *p.* 123.

Quatorze observations de grossesse après hystéropexie, résumées par Labusquière, montrent que cette opération n'empêche nullement la conception. De ces 14 grossesses, 2 ont été suivies de fausses couches, 2 sont encore en observation, 10 sont arrivées à terme normalement. On peut donc affirmer dès aujourd'hui que l'hystéropexie n'est ordinairement pas un obstacle à l'évolution normale de la grossesse et de l'accouchement.

Dr Henri Hartmann.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 novembre 1891

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. A. Markoff** : Sur les équations différentielles linéaires. — **M. E. Picard** : Sur la recherche du nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées. — L'accélération séculaire de la Lune, telle que M. Airy l'a obtenue de la discussion des éclipses chronologiques, est trop considérable pour être rapportée tout entière à la diminution séculaire de l'excentricité de l'orbite terrestre; divers astronomes ont invoqué un allongement du jour sidéral, produit par le frottement des marées ralentissant le mouvement de rotation de la Terre, ce qui produirait une accélération apparente de la Lune. **M. F. Tisserand** a cherché si ce ralentissement de la rotation de la Terre pourrait être saisi dans ses effets sur un autre phénomène céleste; il s'est adressé à Mercure, dont les passages sur le Soleil sont observés depuis deux siècles. La comparaison des observations et des résultats du calcul ne semble pas devoir faire admettre la variabilité du jour sidéral. — **M. J. Perchot**: Sur les variations séculaires des excentricités et des inclinaisons. — **M. G. Leveau** présente un tableau contenant la comparaison d'observations méridiennes de Vesta faites en 1890 avec les éphémérides du *Nautical almanac* et une éphéméride calculée au moyen de ses tables de cette planète. La différence d'observation moins calcul est en moyenne, pour l'ascension droite, de $1^s,1$ avec le *Nautical almanac* et de $0^s,03$ avec les tables Leveau.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. Lefebvre** a étudié expérimentalement comment le champ électrique dû à un seul point électrisé, se trouve modifié par l'interposition, devant ce point, d'une lame isolante à faces parallèles. Il décrit le dispositif particulier de la balance de Coulomb, dont il s'est servi. Il a déterminé la constante diélectrique de diverses substances. La valeur du potentiel, du côté du diélectrique opposé au point électrisé, calculée dans la théorie de Sir W. Thomson, ne paraît pas être d'accord avec l'expérience. — **MM. Chauvin** et **Ch. Fabre** décrivent la méthode photographique qu'ils ont substituée à l'observation directe, pour les recherches effectuées au moyen du polarimètre à pénombre. — **MM. Berthelot** et **Matignon** ont fait l'étude calorimétrique de l'hydrazine et de l'acide azothydrique sur des échantillons envoyés par M. Curtius. Les conclusions qui découlent des valeurs obtenues pour les chaleurs de neutralisation et de combustion sont les suivantes : L'*hydrazine* est une base faible; sa formation est endothermique, mais moins que celle de l'hydroxylamine, dont elle peut dériver exothermiquement, c'est-à-dire que le caractère endothermique du composé s'accuse davantage à mesure que l'ammoniaque perd de l'hydrogène. Diverses progressions du même genre ont été signalées par M. Berthelot dans d'autres séries. L'*acide azothydrique* est un acide assez faible; sa formation est fortement endothermique; il se décompose avec explosion; il doit être considéré comme de l'ammoniaque AzH,H^2 où 2 atomes d hydrogène ont été remplacés par 2 atomes d'azote, AzH,Az^2; c'est une *diazoamine*, conformément à l'opinion de M. Curtius. — **M. Berthelot** donne quelques nouveaux détails sur l'oxydation spontanée du nickel-carbonyle, pour montrer que ce composé se comporte comme un véritable radical organique. En particulier, il a recueilli les fumées blanches qui s'échappent des flacons non hermétiques où le nickel-carbonyle est conservé; c'est l'hydrate de l'oxyde d'un radical organique complexe, analogue aux acides croconique et rhodizonique, à base de nickel. — **M. A. Joly** a constaté que la lumière décompose le peroxyde de ruthénium RuO^4; elle le transforme probablement en l'oxyde RuO^3. — Reprenant d'anciennes expériences faites en commun avec Debray, M. Joly a constaté que, parmi les produits de la décomposition de l'heptaruthénate de potasse par la chaleur à 440°, il existe des combinaisons salines des composés oxygénés du ruthénium, inférieurs à l'acide ruthénique; ces composés sont analogues aux composés inférieurs du manganèse. — **M. M. Vèzes**, recherchant, à la suite des sels chloroazotés et bromoazotés du platine décrits dans ses communications antérieures, les composés iodoazotés analogues, a reconnu que, dans ces derniers, à l'inverse des précédents, l'halogène de l'iodoplatinate est déplacé par les produits nitreux. Mais, en traitant le platinoiodonitrite de potassium de Nilson par un excès d'iode, il a obtenu deux sels nouveaux, l'iodoplatinate nitrosé et le platinotétraiodonitrite de potassium. — Pour étudier la relation entre la coloration des solutions du cobalt et l'état des sels dans ces solutions, **M. A. Etard** détermine la solubilité de l'iodure de cobalt aux diverses températures; notant les colorations correspondantes aux divers points de la courbe, il remarque que la solution est d'abord grenat, la courbe de solubilité étant une droite; puis, cette ligne s'incurve pendant que la couleur passe à l'olive, pour devenir vert franc à 40°, au moment où la courbe reprend l'allure d'une droite. On observe des faits analogues avec le chlorure de cobalt, qui passe du bleu au rose par le violet, au moment d'une inflexion de la ligne de solubilité. De cette coïncidence entre la partie courbe de la ligne de solubilité et l'apparition d'une couleur qui est le mélange de deux nuances, M. Etard conclut qu'à la température correspondante, la solution contient le mélange de deux sels qui existent isolés, l'un aux températures inférieures, l'autre aux températures supérieures. — **MM. Leo Vignon** et **P. Sisley** ont étudié la réaction suivant laquelle la soie se colore en jaune sous l'influence de l'acide nitrique; pour produire cette coloration, il faut que l'acide nitrique contienne des produits nitreux; ces produits nitreux eux-mêmes ont besoin pour agir de la présence d'un oxydant, soit habituellement l'acide nitrique, soit le permanganate de potasse; il est probable qu'il se fixe sur la soie un groupe nitrosé AzO qui est oxydé en AzO^2; les chiffres obtenus par la combustion indiquent que ce groupe AzO^2 se substitue à un COOH.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. Le Dentu** signale les bons résultats qu'il obtient dans sa pratique chirurgicale par le procédé de Senn, implantation de fragments d'os décalcifiés pour combler les pertes de substances des squelettes; il a pu remplacer de la sorte des fragments considérables. — **M. A. Gruvel** expose ses observations sur le mécanisme de la copulation et de la fécondation chez les Cirrhipèdes. — **M. Forsyth Major** établit le synchronisme de la faune de Samos, dont il a donné la liste dans sa communication précédente, avec les faunes de Pikermi, Maragha, Baltavar, et du mont Léberon. Il discute l'âge de cet horizon. — **M. A. Viré** signale une exploitation néolithique de silex d'un type nouveau dans la vallée du Loing, entre Nemours et Souppes.

Mémoires présentés. **M. Th. Grison** adresse une note relative à l'efficacité des phosphates métallurgiques pour combattre l'appauvrissement du sol dans diverses cultures.

Séance du 23 novembre 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Painlevé** : Remarque sur une communication de M. Markoff, relative à des équations différentielles linéaires. — M. **A. Colson** a commencé une série de recherches sur l'écoulement des liquides en tubes capillaires : il se sert pour ses expériences d'un appareil, imaginé par M. Cornu, dont il donne la description. Des résultats qu'il a obtenus avec divers liquides *parfaitement mobiles* (éther, aldéhyde, etc.), il tire la loi suivante, applicable à ces liquides parfaitement mobiles seulement : la durée de l'écoulement est proportionnelle à la racine carrée de la densité. — M. **G. Rayet** : Observation de l'éclipse totale de lune du 15 novembre 1891 à l'Observatoire de Bordeaux. M. Rayet a noté les occultations de diverses étoiles. M. Courty a pris des photographies pendant la totalité ; avec un équatorial dont le rapport de la distance focale à l'ouverture est 10,4, et des poses de 120s, il a été obtenu des images assez nettes et assez détaillées de la surface lunaire plongée dans le cône dit d'ombre pure. – M. **A. Gautier** serait disposé à considérer ce dernier fait comme un exemple de l'*induction photochimique* de Bunsen ; il rapporte avoir observé autrefois l'explosion de ballons remplis de chlore et d'hydrogène lorsqu'on les posait sur une terrasse que les rayons du soleil avaient éclairée immédiatement auparavant. — M. **J. Janssen** indique, à propos de ces photographies, l'intérêt qu'il y aurait à analyser par la photométrie photographique la nature et l'intensité de la lumière qui pénètre dans le cône d'ombre, lumière qui est due à la réfraction de l'atmosphère terrestre. Le mauvais temps a empêché M. Janssen de faire à Meudon les observations qu'il avait projetées. — M. **H. Deslandres** a disposé le sidérostat de Foucault de l'Observatoire de Paris en vue de recherches photographiques sur le déplacement que subissent les raies du spectre des astres par suite de leur mouvement radial ; les premières recherches faites avec le grand télescope ne donnaient pas une précision suffisante à cause de la faible dispersion qui pouvait être obtenue : le sidérostat au contraire permet l'emploi d'un spectroscope quelconque. M. Deslandres donne les résultats qu'il a obtenus pour la vitesse radiale de Sirius. — M. **Berthelot** communique les renseignements qu'il a trouvés dans des manuscrits du xve siècle sur l'artillerie et les arts mécaniques à cette époque ; il donne la reproduction de diverses figures, représentant un scaphandrier, une machine élévatoire pour l'eau en forme de double soufflet, des pièces d'artillerie blindées, une arme à feu portative tirée par un cavalier, etc. — M. **Wolf** fait un rapport sur la note de M. *le prince de Tourquistanoff*, intitulée : le Calendrier vérificateur ; l'auteur a calculé depuis l'an 900 le nom du jour de la semaine auquel correspond le premier jour de chaque mois ; ces tables rendront service à l'art de vérifier les dates. — M. Wolf fait aussi un rapport sur le *Régleur solaire* de M. *de Cohorne*. Ce cadran solaire, dont les lignes horaires sont des génératrices équidistantes d'un cylindre, est très facile à construire ; mais les courbes des temps moyens ne donnent pas une précision suffisante. La proposition de faire marquer au cadran le temps national, en le désorientant d'un angle déterminé, ne paraît pas heureuse à M. Wolf.

2° Sciences physiques. — M. **G. Hinrichs** expose diverses considérations déduites de ses recherches sur la mécanique chimique, qui le conduisent à admettre que le méthane doit être représenté stéréochimiquement, non pas par un tétraèdre avec les quatre hydrogènes aux quatre sommets, comme dans l'hypothèse de M. Le Bel et de M. Van t'Hoff, mais par un carré, formé des quatre hydrogènes, superposé à la face carrée de l'atome de carbone. — M. **H. Moissan** a obtenu deux phosphures de bore, en partant du phosphoïodure de bore $PhBoI^2$; en réduisant ce corps par un courant d'hydrogène pur et sec, entre 450° et 500°, on obtient le composé $PhBo$; celui-ci, chauffé à 1000° dans une atmosphère d'hydrogène dégage du phosphore et se transforme dans le composé Ph^3Bo^5. M. Moissan étudie quelques propriétés de ces deux corps ; le premier se combine avec incandescence à l'acide azotique monohydraté et s'enflamme à froid dans le chlore ; le second possède une stabilité beaucoup plus grande et n'est pas décomposé à froid par ces deux réactifs. — M. **S. Grawitz** a reconnu qu'on peut empêcher le noir d'aniline en teinture par la voie sèche d'attaquer le tissu, si on lui fournit, sous forme d'acétate alcalin ou alcalino-terreux, les trois quarts de la base nécessaire pour saturer l'acide chlorhydrique qu'il contient. — M. **P. Cazeneuve** avait signalé la formation d'une matière colorante violette dérivée de la morphine, par réaction sur cet alcaloïde de la paranitrosodiméthylaniline ; il a obtenu de même un violet de codéine, dont la formule brute confirme celle du violet de morphine.

3° Sciences naturelles. — MM. **R. Lepine** et **Barral** ont constaté que le pouvoir glycolytique du sang de chien augmente : 1° après une saignée ; 2° après la ligature du canal de Wirsung ; 3° après la section des nerfs du pancréas. L'excitation du bout périphérique de ces nerfs détermine la glycosurie. — M. **A. Milne-Edwards** présente les trois volumes qui constituent la partie zoologique de la mission scientifique du cap Horn ; il insiste sur l'importance de cette publication. — M. **Em. Bourquelot** a étudié la répartition des matières sucrées dans les diverses parties du Cèpe comestible (*Boletus edulis*). Il a constaté que le pied contient une forte proportion de tréhalose ; le chapeau en contient moitié environ ; tous deux contiennent un peu de glucose ; l'hyménophore ne renferme aucun sucre. — M. **A. Lacroix** signale l'existence de leucite en veinules dans un basalte du Mont-Dore. — M. **A. Ricco** donne des détails sur l'éruption sous-marine de Pantellaria (17 octobre 1891).

Mémoires présentés. — M. **Hirbec** donne lecture d'une note sur les phénomènes électriques et la nature du feu. — M. **L. Tronchet** adresse une note relative à un instrument qu'il nomme *totalisateur*.

Nominations. — M. **A. Potier** est élu membre de la section de physique en remplacement de feu M. Edmond Becquerel.

Séance du 30 novembre 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Faye**, en faisant hommage à l'Académie, au nom du Bureau des longitudes, du 216e volume de la *Connaissance des Temps pour* 1894, fait remarquer que la condition de publier chaque volume trois ans d'avance est sur le point d'être réalisée ; il indique les renseignements nouveaux qui ont été introduits. — M. **Borelly** : Observations de la planète découverte par M. Borelly, à l'Observatoire de Marseille, le 27 novembre 1891. — M. **P. Tacchini** : Résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le troisième trimestre de 1891. — M. **Heurtault** a relevé les observations faites depuis 18 ans au marégraphe de Saint-Servan ; il indique diverses particularités du mouvement des marées dans la baie de Saint-Malo.

2° Sciences physiques. — A propos de la communication de M. Moissan sur les phosphures de bore (*séance précédente*), M. **A. Besson** rappelle que, dans la séance du 13 juillet de cette même année, il a décrit le composé $PhBo$ et ses propriétés caractéristiques. — M. **Besson**, faisant passer du chlorure de méthyle avec des vapeurs de brome sur de la pierre ponce chauffée à une température voisine du rouge, a obtenu le chlorure de méthyle monobromé et le chlorure bibromé ; en tube scellé, vers 250 degrés, la réaction va jusqu'à la formation du bromoforme, et même du tétrabromure de carbone. — La bombe calorimétrique de M. Berthelot est très coûteuse, en raison de la grande quantité de platine qui entre dans sa construction. M. **P. Mahler** a cherché à établir un modèle de cet appareil coûtant moins cher et pouvant servir couramment dans l'industrie à la détermination du

pouvoir calorifique des combustibles; il y est parvenu en prenant pour chambre de combustion un obus d'acier demi-doux, émaillé intérieurement, toutes les pièces accessoires restant les mêmes que dans le modèle du Collège de France.

3° Sciences naturelles. — MM. **Th. Schlœsing** fils et **Em. Laurent** ont recherché si les plantes cultivées, autres que les Légumineuses, pouvaient fixer l'azote atmosphérique. Ils ont employé la même méthode que dans leurs expériences antérieures sur les Légumineuses, c'est-à-dire dosage de l'azote de l'atmosphère confinée où vit la plante, au commencement et à la fin de l'expérience, avec contrôle pour le dosage de l'azote : 1° avant culture, dans le sol et les graines; 2° après culture, dans le sol et les plantes. Les auteurs n'ont pas employé cette fois des sols stérilisés; ils ont, au contraire, arrosé leur sol avec l'eau de lavage de divers terrains cultivés pour que chaque plante pût, le cas échéant, trouver les conditions qui lui seraient nécessaires pour fixer l'azote. Dans une première série d'expériences ainsi faites, il a été trouvé pour toutes les cultures (topinambour, avoine, tabac) une légère assimilation d'azote. Mais les auteurs ont remarqué que la surface du sol s'était recouverte de plantes vertes inférieures (mousses et algues); un sol témoin sans culture, s'étant recouvert des mêmes plantes, avait donné aussi une fixation d'azote. Une deuxième série a été alors instituée, dans laquelle le sol était recouvert d'une légère couche de sable calciné : les mousses et algues ne se sont pas développées. Dans ces conditions nouvelles, il n'a été observé d'assimilation d'azote pour aucune plante, sauf pour les Légumineuses. — M. **Berthelot** appelle l'attention de l'Académie sur l'importance et l'originalité de la communication précédente. Il fait remarquer que les faits nouveaux qu'elle apporte, relativement aux mousses et aux algues tapissant le sol, précisent une des conditions dans lesquelles les terres en jachère fixent l'azote atmosphérique, phénomène dont M. Berthelot a démontré la généralité en 1885. — MM. **V. Marcano** et **A. Müntz** ont déterminé la quantité d'ammoniaque dans l'atmosphère à Caracas (Vénézuéla). L'eau de pluie en renferme une proportion moyenne beaucoup plus élevée que celle qui a été observée sous nos climats : dosée par absorption sur une surface d'eau acidulée, l'ammoniaque donne, au contraire, des chiffres moins élevés. Ces faits s'expliquent par la plus forte proportion, dans l'air des régions tropicales, d'acide nitrique, surtout au moment des orages, l'ammoniaque gazeuse est transformée en nitrate d'ammoniaque. — M. **Chambrelent** expose l'état actuel des travaux d'assainissement et de mise en culture de la Camargue. Les deux bras du Rhône ont été endigués. Le dessèchement a été obtenu en jetant les eaux dans le Valcarés, étang naturel compris dans le périmètre des digues, et dont le niveau est maintenu, par le jeu d'une écluse, à la hauteur des plus basses mers. L'irrigation a été assurée par des canaux branchés sur les deux Rhônes, assez facilement, en raison de ce fait que le Rhône a généralement des crues en été, c'est-à-dire précisément quand le pays a besoin d'eau. Certains terrains avaient besoin d'être dessalés, il leur fallait de plus grandes quantités d'eau, c'est-à-dire des machines élévatoires coûteuses. L'initiative individuelle a pu y trouver son compte par la culture de la vigne, que la submersion met à l'abri du phylloxéra. Dans d'autres parties de ces terrains, on fait des prairies artificielles au moyen de plantes fourragères australiennes qui croissent dans les prés salés. (*Salt-Bush*). Enfin, deux chemins de fer sont en construction. — M. **V. Martinand** a reconnu que la lumière directe du soleil tue les *Saccharomyces*, tant sur l'épiderme des grains de raisin que sur les plaques de gélatine où on les cultive à l'état de pureté. Des expériences de contrôle, faites à l'étuve, ont montré que la chaleur intervient, mais qu'il reste un rôle important à la lumière dans cette destruction. — A propos de la communication de M. Vuillemin sur la castration du *Lychnis dioïca* par l'*Ustilago Antherarum*, M. **A. Magnin** rappelle qu'il avait déjà reconnu que l'hermaphroditisme des fleurs envahies par le parasite n'est qu'apparent et qu'il avait rectifié en ce sens des communications antérieures. Il ajoute quelques observations nouvelles sur la castration parasitaire en général.

Mémoires présentés : M. **E. Senet** rappelle que, dans une note présentée à l'Académie le 9 mars 1885, il annonçait avoir obtenu l'aluminium en faisant arriver un courant électrique pendant la fusion ignée de l'aluminate de soude et de chlorure de sodium. — M. **Marcellin Langlois** adresse une note intitulée : Etudes thermochimiques du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène, servant pour la détermination des données thermochimiques de la chimie organique.

L. Lapicque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 décembre 1891

M. **W. Schmidt** présente à la Société de nouveaux dispositifs de son chronomètre donnant le millième de seconde. Ces modèles ont été combinés spécialement pour la mesure de la vitesse des projectiles. En sortant de l'arme, le projectile rompt le circuit d'un électro-aimant placé dans le chronomètre et qui maintenait l'appareil au repos. Lorsque le but est frappé par le projectile, le courant se referme, ce qui arrête la marche du chronomètre. Une application est faite devant la Société, à la mesure d'une durée de chute d'environ 60 millièmes de seconde. — M. **Blondel** s'est proposé de déterminer les lois suivant lesquelles l'arc à courants alternatifs s'établit ou se rompt à chaque alternance. Après avoir cité les travaux antérieurs de MM. Jamin et Maneuvrier, ainsi que ceux de M. Joubert, il expose ses propres recherches. Dans cette communication, il fait connaître les résultats que fournit une étude photographique complète de l'arc. De nombreuses projections des épreuves obtenues mettent nettement en relief les diverses particularités observées. La méthode ingénieuse à laquelle l'auteur a eu recours dérive de celle du miroir tournant. Au moyen d'un écran percé d'une fente, on isole, dans la partie centrale de l'arc, une mince bande lumineuse dirigée tantôt suivant l'axe des crayons et tantôt perpendiculairement, et on en projette l'image amplifiée sur une surface sensible. L'analyse des phases successives de l'arc s'obtiendra en imprimant à la pellicule sensible un déplacement continu. Si, de plus, ce déplacement est périodique et de même période que les alternances de l'arc, on pourra, soit faire l'étude des perturbations instantanées, ou bien prolonger le temps de pose pendant une durée quelconque, car, pour chaque période, ce sera toujours au même instant que le même point de la surface sensible repassera devant la fente. Ce déplacement périodique est obtenu d'une façon très simple en prolongeant extérieurement l'axe de rotation de l'alternateur et en enroulant sur ce prolongement le papier au gélatino-bromure. Une caisse convenablement disposée joue le rôle de chambre noire. M. Blondel a pu ainsi étudier d'abord les divers éléments variables de l'arc alternatif régulier, et montrer en particulier le rôle de la self-induction pour accroître la stabilité des petits arcs. Il a ensuite analysé les arcs produits entre deux crayons de grosseur inégale. Il a étudié la question controversée du sens du courant dans l'arc : le transport principal du carbone a lieu réellement du pôle positif au négatif, et la vitesse de transport, élément qui était inconnu jusqu'ici, est de l'ordre de grandeur de 160 mètres par seconde. Les champs magnétiques continus ou périodiques produisent sur l'arc un sifflement dont M. Blondel a pu manifester l'origine : il est dû à des ruptures périodiques d'une très grande fréquence dans le transport du carbone. Dès lors, le sifflement spontané des arcs instables s'interprète immédiatement et résulte de l'instabilité même de l'arc. Ce sifflement est d'ailleurs un phénomène

nuisible, car il est en général accompagné d'une diminution dans le rendement. — A l'occasion de la communication précédente, M. **Joubert** rappelle ses expériences sur le même sujet, et indique les deux méthodes qui lui ont servi. Un premier procédé consistait à observer l'arc derrière une fente : en déplaçant la tête, on saisissait la succession des diverses phases du phénomène. D'autre part, M. Joubert avait aussi obtenu des photographies de l'arc; il en met quelques-unes sous les yeux de la Société. Edgard HAUDIÉ.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 13 novembre 1891

M. Hanriot présente une note de M. **Crismer** sur un nouveau procédé de préparation de l'hydroxylamine libre ; procédé qui consiste à soumettre à la distillation le chlorozincate d'hydroxylamine $(AzH^3O)^2 ZnCl^2$ avec de l'aniline. — M. **Tissier** a continué l'étude de l'alcool triméthyléthylique dont il a précédemment annoncé la synthèse; il l'a préparé par réduction du chlorure triméthylacétique, par chloruration du tétraméthylméthane, et par hydrogénation de l'aldéhyde triméthyléthylique faite par la distillation de l'acide triméthylacétique avec le formiate de chaux. Les alcools obtenus par ces divers procédés ont été reconnus identiques. — M. **Causse** a reconnu que les chlorures de sodium et d'ammonium empêchent la dissociation des sels de bismuth par l'eau, et a utilisé ce fait pour préparer le salicylate de bismuth $(C^7H^5O^3)^3Bi + 4H^2O$ et le salicylate de bismuthyle $(C^7H^5O^3)BiO, H^2O$. — M. **Fiquet** a obtenu par condensation de l'acide cyanacétique sur l'aldéhyde benzylique le nitrile benzylidène malonique :

$$C^6H^5 - CH = C\begin{cases} CAz \\ CO^2H \end{cases}$$

L'action de l'acide chlorhydrique provoque un départ d'acide carbonique et la formation d'acide cinnamique. — M. **Béchamp** rappelle qu'il a constaté, il y a fort longtemps déjà, la décomposition du chlorure d'argent par la lumière, et qu'il a montré que dans cette action il se dégage du chlore. Il a également démontré qu'il n'y a pas formation d'oxychlorure d'argent, et que le produit altéré se partage à une température suffisamment élevée en chlorure d'argent fondu, et un produit solide à cette température. — M. **Lauth** indique une réaction de la nitroalizarine qui se transforme en amidoalizarine, an moyen de la méthylaniline. — M. **Wyrouboff**, en faisant cristalliser le sulfate double de potassium et de cadmium à une température comprise entre 20 et 30 degrés a obtenu un mélange des deux hydrates $(SO^4)^2CdK^2, 4H^2O$ et $(SO^4)^2CdK^2, LH^2O$; il en conclut que ces deux hydrates préexistent dans la solution.

Séance du 27 novembre 1894.

M. **Riban** rappelle qu'on a proposé de doser le fer par un procédé colorimétrique, en comparant les intensités des teintes obtenues en ajoutant du sulfocyanate d'ammonium, d'une part à une solution type de fer, et d'autre part à la solution dans laquelle on veut doser ce métal. M. Riban a fait de très nombreuses déterminations au moyen du colorimètre de Duboscq et montre que cette méthode conduit à des résultats constamment inexacts; les chiffres que l'on obtient varient avec l'épaisseur du liquide observé et son degré de dilution. — M. Verneuil présente un mémoire de M. **Terreil** sur le nickel et le cobalt; l'auteur a surtout étudié l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels organiques de ces deux métaux. Il décrit également les réactions du phosphate et du pyrophosphate de sodium, de l'hyposulfite et de l'hypochlorite de sodium sur les mêmes sels. — MM. **J.-A. Le Bel** et **A. Combes** ont commencé quelques recherches sur le dédoublement des alcools secondaires actifs, et particulièrement sur les alcools hexyliques secondaires normaux. On sait, par les travaux antérieurs de M. Le Bel, que le dédoublement des alcools secondaires de la forme $CH^3—CHOH—R$ conduit à un composé actif lévogyre. Cependant l'alcool hexylique dérivé de la mannite et auquel on attribuait la formule :

$$CH^3 - CHOH - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^3$$

dédoublé dans les mêmes conditions donne un alcool dextrogyre. Les auteurs ont pensé qu'on devait modifier sa formule et l'écrire :

$$CH^3 - CH^2 - CHOH - CH^2 - CH^2 - CH^3,$$

et, pour le démontrer, ils ont fait synthétiquement un alcool possédant la formule :

$$CH^3 - CHOH - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^3$$

qui, soumis au dédoublement, a en effet donné un alcool lévogyre. La synthèse de ce méthylbutylcarbinol a été faite en hydrogénant la méthylbutylcétone préparée au moyen de la propylacélytacétone et de la potasse :

$$\left.\begin{matrix} CH^3 - CO \\ CH^3 - CO \end{matrix}\right\rangle CH - CH^2 - CH^2 - CH^3 + KOH =$$

$$= CH^3 - CO - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^3 + C^2H^3O^2K.$$

— M. **Wyrouboff** entretient la Société de la suite de ses recherches sur l'isomorphisme. (Voir cette *Revue* 20 nov. 1891, p. 764.) A. COMBES.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 19 novembre 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **S. H. Burbury** : Sur le choc des corps élastiques. — M. **M. J. M. Hill** : Sur le lieu de lignes et de points singuliers, qui se rapportent à la théorie du lieu des intersections ultimes d'un système de surfaces.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **W. E. Ayrton** et **H. Kilgour** présentent une note sur l'émissivité thermique des fils métalliques fins dans un milieu aérien. On a démontré expérimentalement que tandis que le courant électrique nécessaire pour maintenir un fil métallique de gros diamètre à une température donnée est grossièrement proportionnelle à $d^{\frac{3}{2}}$, d étant le diamètre du fil, le courant, dans le cas d'un fil fin, doit être environ proportionnel à la première puissance du diamètre. Cette différence est due sans doute à ce que les expérimentateurs ont admis que la perte de chaleur provenant de la radiation et de la convection par centimètre carré de surface et par chaque degré d'excès de température est une constante indépendante de la dimension et de la forme du corps qui se refroidit. Afin de déterminer comment on peut passer de la loi du refroidissement des fils de fort diamètre à celle du refroidissement des fils fins, les auteurs ont soigneusement mesuré le pouvoir émissif de neuf fils de platine ayant des diamètres variant de 1 à 14 mils ou millièmes de pouces pour huit températures situées entre 40 et 300° C. Ils ont constaté que pour chaque fil le pouvoir émissif s'accroît avec la température et que cet accroissement est d'autant plus grand que le fil est plus fin. Pour une température donnée, le pouvoir émissif est d'autant plus élevé que le fil est plus fin. En comparant la perte de chaleur d'un fil a d'un diamètre de 2 mils (0,0305^{mm}.) portée à 300° C avec celle d'un fil d'un diamètre de 6 mils (0,1524^{mm}.) à la température de 15°c, placés tous deux dans une enceinte dont la température est de 10° C, on constate que l'émissivité c'est-à-dire le nombre de calories perdues par seconde et par centimètre carré de surface, pour chaque degré d'excès de température, est 60 fois plus grande dans le cas du premier fil que dans celui du dernier. L'émissivité e de fils de platine de différents diamètres à la même température peut s'exprimer par les formules suivantes :

à 100°C $e = 0,0010360 + 0,0120776\, d^{-1}$
» 200°C $e = 0,0011113 + 0,0143028\, d^{-1}$
» 300°C $e = 0,0011353 + 0,016084\, d^{-1}$

d étant le diamètre du fil en mils. Au moyen de ces formules, on peut montrer que considérer l'émissivité comme une constante avec des fils dont le diamètre varie depuis une petite valeur jusqu'à un pouce, c'est, pour le plus grand nombre des fils, commettre une grosse erreur et une erreur de 100 °/₀ dans le cas de quelques-uns d'entre eux. On a calculé en se servant de la dernière formule que pour maintenir un fil de platine de 0,75 mil de diamètre à 300° C il faudrait un courant de 331000 ampères par pouce carré. — M. **George J. Burch** fait une communication sur les rapports de temps des mouvements de l'électromètre capillaire; il y joint une description de la méthode à employer pour utiliser cet électromètre à l'étude des changements électriques de courte durée. Ce mémoire fait suite à un autre mémoire du même auteur; il a trait aux formules relatives aux rapports de temps du mouvement du ménisque des électromètres capillaires. Ces nouvelles recherches ont montré que plus est grande l'excursion du ménisque pour une petite différence de potentiel donnée, plus lente est l'action de l'instrument. Aussi, dans la majorité des électromètres capillaires, l'étendue du mouvement diminue-t-elle à mesure que le ménisque approche du bout du tube capillaire. D'autre part, plus est courte la longueur de l'acide dilué, plus la résistance est petite et le mouvement rapide; de là tous les instruments ont une tendance à une augmentation de la rapidité à mesure que le ménisque approche de l'extrémité du tube. L'auteur a imaginé une nouvelle méthode pour photographier les excursions du ménisque et l'a appliquée avec de bons résultats à l'étude des variations électriques du muscle.

Richard A. GREGORY.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 20 novembre.

M. **Philippe A. Guye** fait un court exposé critique des diverses formules qui ont été données pour l'équation générale des fluides, liquides et gaz par Van der Waals, Clausius, Sarrau, Violi, Heilborn et Tait. L'équation de Van der Waals, bien qu'elle ne soit qu'approchée, conduit à nombre de conséquences intéressantes. Des diverses formules plus exactes qui ont été proposées celle de Sarrau est la plus simple et peut être appliquée plus rapidement et plus sûrement qu'aucune des autres. Il insiste, pour conclure, sur la nécessité des recherches expérimentales, seul moyen d'arriver à une conclusion définitive sur le choix à faire entre ces formules : de telles recherches comporteraient des déterminations aussi exactes que possible, des constantes critiques et des isothermes aux hautes températures et aux hautes pressions. M. **Ramsay**, demande si les constantes de la formule de Clausius ont une signification physique ou sont purement numériques? M. **Guye** répond que bien que *quelques-unes* des constantes des formules perfectionnées aient une interprétation physique, l'équation de Van der Waals est la seule dans laquelle *toutes* les constantes aient une signification physique précise. M. **Rucker** dit qu'il suffit de regarder les formules pour voir quel rôle important a joué l'expression de Van der Waals dans les développements ultérieurs du sujet. Quoiqu'elle ne s'accorde pas avec l'expérience dans toutes les conditions, en particulier pour de petits volumes, elle donne une approximation rigoureuse dans des limites très étendues et est la seule formule où toutes les constantes aient une signification physique déterminée. M. **Tait** fait observer que le nombre de constantes était trop faible pour représenter complètement les faits, car en suivant le raisonnement d'Andrews, il a montré qu'aux environs du point critique une ligne droite coupe l'isotherme en cinq points. Néanmoins, durant les vingt dernières années les formules dites perfectionnées ont été des modifications de l'expression de Van der Waals, et ont prouvé ainsi quel intérêt présentait cette première formule. M. **Fitzgerald** dit qu'il a essayé de voir à quelle approximation la formule de Clausius s'accorde avec les expériences de MM Ramsay et Young, et après un travail de plusieurs mois il a reculé devant des calculs aussi pénibles. Il estime que des formules aussi compliquées ne celles que retarder la science plutôt que de l'avancer; font qui sont simples, même si elles sont moins exactes, sont susceptibles de faire faire de grands progrès. M. **Carey Forster** remarque que l'équation $p\,v = R\,T$, à peu près vérifiée pour les gaz, est le point de départ des progrès suivants : Van der Waals est arrivé à une approximation un peu plus grande en tenant compte du volume occupé par les molécules et de leurs pressions réciproques. Le président M. **Ayrton** dit que le mémoire de Van der Waals a donné lieu à des attaques; on prétendait qu'il n'avait pas reconnu suffisamment la part qui revient à Andrews dans les découvertes sur ce sujet ; une étude plus sérieuse du travail a montré que ce reproche était injuste. — M **Burton** : « Sur une nouvelle théorie concernant la constitution de la matière. » On suppose qu'il est possible d'avoir dans l'éther une distribution de tension en équilibre d'elle-même. Une telle distribution est appelée « figure de tension ». On peut regarder un atome comme un agrégat de figures de tension, les variétés possibles de figures de tension, par suite les atomes, étant limités par les conditions d'équilibre, la *grosseur* des figures d'équilibre possibles dépend du fait que la structure de l'éther est plus ou moins à *gros grains*, qu'il s'agisse là d'un mouvement tourbillonnaire ou d'une structure tout autre. Le mouvement de la matière est considéré comme un simple transport de la distribution de tension d'une portion de l'éther à une autre; une sinuosité se propage le long d'une corde, sans que la corde bouge, il peut en être de même de la figure de tension qui garde la même forme pourvu que sa vitesse soit faible eu égard à la vitesse de propagation de la gravitation : L'auteur déduit les équations du mouvement d'une figure de tension ; elles sont identiques à celles du mouvement de la matière ordinaire, pourvu que certaines conditions de symétrie soient réalisées. On montre ainsi sous quelles conditions un atome consistant en figures de tension aurait un nombre fini de degrés de liberté, et on fait quelques essais pour rechercher comment la gravitation et d'autres attractions peuvent résulter de la distribution de forces dans l'éther en état de tension. On fait ensuite l'examen des raisons pour lesquelles les éléments ont des propriétés fixes et on discute la *transmutation* de ces éléments. M. **Fitzgerald**, se reportant à la théorie qui fait de l'éther un solide élastique, dit que les plus récents mémoires de Sir W. Thomson sur la question ont jeté sur ce point un doute considérable. La propagation de figures de tension est un cas de mouvement d'ondes. Dans ses lectures il a assimilé le passage de la matière à travers l'espace à celui d'une goutte d'eau à travers la glace, celle-ci fondant en avant et la partie derrière la goutte se regelant : la partie à l'état liquide se propage de proche en proche. Quelques points soulevés dans le mémoire sont très intéressants, et c'est une bonne idée que d'attribuer la nature déterminée des atomes à ce que la matière est à gros grains. D'un autre côté la considération statique des figures de tension est impropre, car les conditions en définitive sont cinétiques. M. **O. Lodge** est d'accord avec M. Fitzgerald pour regarder le mouvement d'une sinuosité le long d'une corde comme un mouvement d'ondes.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 5 novembre.

W. H. Perkin : Le pouvoir rotatoire magnétique des solutions des sels de soude et d'ammoniaque de quelques acides gras. M. Perkin étudie les formiates, acétates, propionates, butyrates, de soude et d'ammoniaque. Il trouve que le pouvoir rotatoire des sels ammoniacaux

ne varie pas avec la dilution, et a sensiblement la même valeur à l'état solide ou à l'état dissous. Les sels de soude conduisent à des conclusions analogues. — **Sir H. E. Roscoë** et **Frank Scudder** : Note sur l'action du gaz d'eau sur le fer. Les auteurs ont observé que dans la combustion du gaz d'eau, il se forme souvent sur le brûleur un dépôt qui contient du fer. Ce dépôt doit être attribué d'après eux à la présence dans le gaz d'un composé volatil du fer, probablement le fer-carbonyle de Mond et Quincke. D'après les expériences citées, l'oxyde de carbone contenu dans le gaz d'eau (dans la proportion de 39 %) attaquerait le fer à la température ordinaire, sous une pression de 8 atmosphères. — **Tudor Cundall** : Dissociation du peroxyde d'azote liquide. — **Arthur Grien** et **A. Lawson** : Ortho et para-nitro-ortholuidine. — **Sullivan** : Recherches sur les gommes du groupe de l'arabinose. Variétés dextrogyres. — **Emily Aston** : Quelques composés des oxydes d'argent et de plomb. — **Murray** : Electrolyse des solutions d'acétate de potassium. L'auteur croit avoir démontré que la formation de l'éthane est due, non à une oxydation partielle de l'acide acétique, mais à la réaction mutuelle des ions acétiques. ($CH^3 CO^2$). — **Hogdkinson** et **Limpach** : Nouveau mode de préparation de l'oxyde de β-dinaphtylène.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Les lecteurs de la *Revue* ont certainement remarqué l'année dernière que, si l'Académie royale des Lincei suspend ses séances pendant l'été, son activité scientifique ne s'arrête point néanmoins. La publication de ses *Rendiconti* continue régulièrement; les comptes rendus suivants résument les nombreux travaux qui ont été présentés de juillet à octobre. La séance de rentrée de l'Académie a eu lieu le 15 novembre.

1° Sciences mathématiques. — M. **Bianchi** : Sur les groupes de substitutions linéaires et sur les formes quadratiques de Dirichlet et d'Hermite. — M. **Del Re** : De cinq surfaces du 5e ordre avec des droites simples et doubles, et une droite triple. Sur les couples de formes bilinéaires ternaires. — M. **Morera** rappelle qu'en thermodynamique, pour étudier l'état d'un corps, on fait usage de différents couples de variables indépendantes, suivant les problèmes que l'on a à résoudre. On développe les équations en prenant pour variables indépendantes la pression et le volume ou la température et le volume, ou, d'une façon plus générale, la température et une autre variable indépendante, dont le choix définitif est réservé dans chaque cas particulier. M. Morera s'est convaincu que, pour profiter, dans les diverses applications, de l'avantage offert par le choix judicieux des variables indépendantes et pour éviter la multiplicité des formules, il convient de développer les équations générales de la thermodynamique en établissant le calcul sur un système de deux variables quelconques. De cette manière on obtient des formules qui ne sont pas plus compliquées que les formules ordinaires, et qui sont d'une application facile dans les diverses questions. M. Morera donne une démonstration de ce qu'il affirme, et applique ses formules générales à l'étude des capacités thermiques des vapeurs. — M. **Cavalli** démontre le théorème suivant, conduisant à un nouveau tracé géométrique des turbines hélicoïdales : Le filet fluide moyen dans chaque conduit mobile d'une turbine à hélice, parcourt une trajectoire formée par un arc de cycloïde ou de cercle, suivant que l'eau agit avec une réaction maxima ou nulle. Les trajectoires relatives à ces deux formes différentes d'action de l'eau sont reliées entre elles de manière que l'une appartient au cercle générateur de l'autre. — M. **Favaro** : Note sur un intéressant manuscrit inédit, relatif au système copernicien. Après avoir rappelé l'opposition que l'on faisait aux doctrines de Galilée et la fermeté que mettait ce dernier dans la défense des idées de Copernic, M. Favaro ajoute que Galilée, après le fameux jugement, ne put répondre que très tard à une réfutation publiée par Ingoli, secrétaire de la Congrégation de propagande à Rome, de la nouvelle « hypothèse » de Copernic. Cependant une copie de cette réfutation parvint à Képler, qui au commencement de 1618 répondit dans un mémoire, dont le texte se trouve dans des manuscrits que possède l'Académie des Lincei. M. Favaro donne des arguments qui démontrent qu'il s'agit d'un document appartenant à Képler. Les deux mémoires inédits de Képler et d'Ingoli, seront publiés prochainement; il sera intéressant de comparer les deux réponses de Képler et de Galilée sur une même question.

2° Sciences physiques. — M. **Grimaldi** décrit une nouvelle méthode expérimentale qu'il a inaugurée, pour la détermination de la chaleur spécifique des liquides à des températures supérieures à celles de l'ébullition sous une pression normale. Les recherches de l'auteur portent sur divers liquides, entre autres, sur l'éther. — M. **Grimaldi** a construit un appareil destiné à des recherches sur les oscillations hertziennes. Il a pu vérifier qu'un conducteur, isolé ou en communication avec le sol, se trouvant dans cette région de l'espace où se produit la propagation des ondes électriques, exerce une faible influence sur cette propagation, lorsqu'il n'y a aucune communication électrique entre le conducteur et les tiges ou fils métalliques autour desquels les ondulations se propagent. On a pu voir, au contraire, que les conducteurs qui servent à la propagation des ondes électriques, ont une influence notable lorsqu'ils sont rapprochés, influence qui se manifeste par un retard dans la propagation du mouvement électrique. — M. **Gerosa**, se servant du magnétomètre, a déterminé la variation de l'intensité magnétique de tubes très petits et de très petites spirales en fer, de rayon variable, correspondant à une variation du champ de 0 à 10 et de 0 à 25 unités. Les tubes, seuls ou reliés entre eux ou introduits les uns dans les autres, se comportent d'une manière analogue à un fil de fer. L'intensité magnétique et l'aire d'hystérésis est peu différente d'un tube à l'autre, et présente une diminution très faible quand les tubes sont réunis. Un fil de fer introduit dans les tubes produit une variation dont la valeur s'approche de la moyenne arithmétique des valeurs données séparément par les tubes et par les fils. Les spirales à tours serrés présentent une faible intensité magnétique, presque toujours la même, qui s'accroît de très peu par leur réunion. La courbe se réduit à une droite, et l'aire d'hystérésis est formée par deux lignes peu différentes de deux droites. Un fil de fer introduit dans les spirales modifie moins les valeurs de l'intensité magnétique que dans le cas des tubes. Les spirales à tours éloignés présentent, pour les valeurs plus grandes du champ, une intensité magnétique voisine de celle d'un fil incliné sur la direction du champ, d'un angle égal à celui que les tours font avec leur axe; elles présentent une aire d'hystérésis qui s'accroît avec l'angle des tours jusqu'à une certaine limite et diminue ensuite. Les fils pliés en zigzag se comportent, pour l'intensité magnétique, comme les spirales, et l'aire d'hystérésis diminue régulièrement lorsque l'angle s'accroît. — M. **Gerosa** a étudié, en collaboration avec M. **Finzi**, la variation de l'intensité magnétique du fer cru et recuit, dans un champ variable de 0 à 20 unités, produit par des courants alternatifs. Pour ces expériences on substituait au magnétomètre, un électrodynamomètre de Bellati. Dans ces conditions le fer ne présente pas d'hystérésis. Le fer recuit a une perméabilité magnétique supérieure à celle du fer cru; et, tandis que, pour ce dernier, la courbe de l'intensité magnétique présente une inflexion, pour le fer recuit au contraire, cette inflexion manque à la courbe qui se rapproche de celle de Fröhlich. Pour le fer, la saturation magnétique arrive plus rapidement dans les champs produits par des courants alternatifs que dans celui fourni par des courants continus; mais, pour les premières valeurs de la force magnétisante, le fer présente une intensité

magnétique beaucoup plus faible. — M. **Cardani** a construit un électromètre absolu, à tubes communicants, pouvant servir pour des potentiels élevés. L'appareil est formé par deux disques en fonte à faces bien polies et parallèles, séparées par des petits cylindres en ébonite que l'on maintient dans une position parfaitement horizontale. Le disque inférieur a une cavité centrale, qui communique avec un tube en verre par l'intermédiaire d'un tube en fer assez long et replié à U. On remplit la cavité de mercure, qui arrive à une certaine hauteur dans le tube en verre; on verse alors de l'eau distillée dans le tube sur le mercure, et l'on ferme ce dernier avec un bouchon en caoutchouc traversé par le tube capillaire. L'eau monte dans le tube; on enlève l'excès jusqu'à ce que la surface du mercure se trouve au même niveau que la surface du disque en fonte. Si alors on met le disque inférieur en communication avec la terre, et le disque supérieur avec le corps dont on veut déterminer le potentiel, le mercure est attiré, et l'eau descend dans le tube capillaire. Au moyen d'une formule facile à établir on peut connaître, par l'abaissement de l'eau, le changement X de niveau du mercure causé par l'attraction électrique, et par conséquent le poids, en unités absolues, qui fait équilibre à cette attraction. D'autre part, cette attraction est connue, et l'on obtient la valeur du potentiel Δ par la relation $\Delta = d\sqrt{8\pi\delta g X}$, où d est la distance des disques, δ le poids spécifique du mercure, g l'accélération de la pesanteur. Le soulèvement du mercure dans la cavité du disque est négligeable par rapport à la valeur de d. En déterminant les déplacements du niveau de l'eau au cathétomètre et pour des potentiels correspondants à diverses distances explosives, M. Cardani a obtenu des valeurs qui sont d'accord avec ceux de Thomson et de Baille. Cet électromètre, simple, exact et peu coûteux, peut donc être très utile. — M. **Montemartini** rappelle comment Hempel, en ayant recours au noir de palladium, a réussi à déterminer l'hydrogène qui se trouve mêlé à l'air dans une proportion inférieure à la limite de combustion, ce qui empêche la détermination de l'hydrogène avec l'eudiomètre. M. Montemartini a imaginé un appareil qui, toujours à l'aide du noir de palladium, rend possible la détermination de petites quantités d'hydrogène qui se trouvent dans de grandes masses d'azote et de protoxyde d'azote. Il en donne la description et présente le résultat de quelques expériences. — MM. **Vicentini et Cattaneo** ont étudié la résistance électrique et le coefficient de conctraction des amalgames de bismuth. Pour ces amalgames, comme pour les amalgames d'étain, la résistance électrique varie régulièrement quand elle est étudiée à des températures supérieures à la température de saturation. La résistance électrique reste la même lorsque, à une température donnée, on maintient les amalgames homogènes en les mélangeant. Le coefficient de contraction est d'autant plus petit que l'amalgame est plus concentré. — M. **Grablovitz** a déjà fait, en 1890, l'application dans le port d'Ischia d'une nouvelle méthode qui lui a donné de bons résultats pour la détermination des constantes de la marée lunaire. Or, depuis, M. Grablovitz a exécuté une série d'observations simultanées, pour étudier de quelle manière se fait la propagation de la marée dans les mers qui baignent les côtes italiennes; il présente une notice détaillée de ces observations qui jettent quelque lumière sur la question encore obscure des marées dans la Méditerranée. — MM. **Koerner et Biginelli** ont dirigé leurs recherches sur la *fraxine*, intéressant glucoside, découvert par Salm-Horstmar, que l'on tire de l'écorce du frêne (*Fraxinus excelsior*). La fraxine n'est pas encore bien connue; on supposait qu'il existait une certaine analogie entre elle et l'*esculine*. En étudiant les dérivés de la fraxine, les deux auteurs ont confirmé cette analogie. — M. **Fileti** s'occupe de la constitution du *cymène*, et il confirme le fait annoncé par Widman, que cette substance ne contient pas le propyl normal, mais qu'elle est un dérivé isopropylé. — M. **Balbiano** donne la description d'une nouvelle série des composés de platine, qui dérivent des pyrazols. — MM. **Gucci et Grassi-Cristaldi** : Sur quelques dérivés de la santonine. — MM. **Zatti et Ferratini** : Sur l'action de l'iodure de méthyle sur l'α-méthylindol. — M. **Garzino** : Sur la triphényltétrahydropirazine.

3° Sciences naturelles. — M. **Passerini** transmet une liste des espèces nouvelles des Champignons qu'il a recueillis dans les environs de Parme. — M. **Sella** donne les mesures goniométriques des quelques cristaux d'octaédryte qu'il a trouvés dans un caillou erratique dans le torrent Cervo (Biella). Le caillou est formé par une roche à base de tourmaline; ces cailloux sont fréquents dans le Cervo, mais on ignore la localité d'où ils proviennent. — M. **Bolla** donne des notices sur la composition et sur les gisements de granite et de gneiss qu'il a rencontrés dans ses excursions dans la Valteline. — M. **Mattirolo** a fait l'analyse d'une Berthauptite, minéral qui existe dans les gisements argentifères du Sarrabus (Sardaigne). Cette Berthauptite est formée de cristaux mal définis, granulaires, groupés en masses le plus souvent ramifiées; elle a un aspect métallique et la couleur du cuivre. M. Mattirolo a reconnu que la Berthauptite du Sarrabus contient de l'antimoine (65,07), de l'arsenic (0,20), du nickel (32,94), du cobalt (0,29) et des traces de soufre, d'argent et de plomb. Cette composition se rapproche donc de la composition théorique NiSb de la Berthauptite. — M. **Bucca** développe des considérations dans le but de déterminer l'âge géologique du mont Capanne dans l'île Elba. — Mme **Traube-Mengarini** a fait des recherches sur la perméabilité de la peau. Plusieurs expérimentateurs se sont occupés du même sujet, soit en opérant sur la peau morte, soit en observant la pénétration dans la peau de quelques substances, pénétration que l'on provoquait en recourant aux frictions, aux bains, aux pulvérisations, et en cherchant dans les sécrétions les substances dont on avait fait usage. Mais les auteurs ne sont pas d'accord sur cette question. Mme Traube-Mengarini a repris les expériences, et pour éviter des modifications de la peau qui auraient altéré sa perméabilité, elle appliquait les substances sur la peau à l'aide d'un petit pinceau, trempé dans des solutions ayant la même température que l'organisme. Les liquides qui servaient pour les expériences étaient des solutions de carmin boracique, de ferro-cyanure de potassium, de la teinture d'iode. On appliquait ces solutions sur la peau du ventre du chien et sur les bouts des mamelles de cet animal. Les observations microscopiques ont permis de reconnaître que les solutions de carmin et de ferro-cyanure traversent seulement la couche superficielle, la couche cornée, et qu'après elles s'opposent au passage de nouvelles quantités de solution. Au contraire l'iode, qui attaque la peau en se combinant avec les corps qu'elle contient, pénètre dans l'épiderme, et il est aisé, à cause de sa couleur, de suivre sa pénétration dans la peau. — M. **Coggi** s'occupe des vésicules de Savi et des organes de la ligne latérale des torpilles; dans une deuxième note il étudie le développement des ampoules de Lorenzini. — M. **Bordoni Uffreduzzi** a déterminé le degré de résistance que le virus pneumonique présente aux agents extérieurs, lumière et chaleur. Les résultats obtenus par d'autres expérimentateurs ne concordant pas, il était intéressant de reconnaître la résistance du virus pneumonique qui se trouve dans les crachats des malades, pour établir si dans ce genre d'affections on doit recourir aux pratiques de désinfection, auxquelles on a recours dans d'autres maladies dont les germes résistent longtemps à l'action de la lumière et du dessèchement. M. Bordoni Uffreduzzi a fait des innoculations avec de la substance virulente, après l'avoir exposée à l'air et au soleil; il reconnut qu'elle conservait intactes ses propriétés infectieuses après une exposition de soixante jours et douze heures d'insolation continuée. Cette résistance rend très facile la diffusion de la maladie, à l'aide des poussières qui se chargent, dans le

voisinage des malades, du virus desséché, mais actif. Il en résulte qu'il faut recourir à une désinfection énergique des chambres où se trouvent des pneumoniques. — M. Penzo a étudié le bacille de l'œdème malin et les cultures de ce microorganisme anaérobie faites sur agar, dans du bouillon, à la surface des pommes de terre, etc. Ces cultures sont caractéristiques par la grande quantité de gaz produits par le bacille, gaz ayant l'odeur du fromage pourri. Le développement du bacille est complet entre + 37° et 39°; il s'arrête au-dessous de + 16°. Chaque bacille produit une spore unique. Celles-ci sont très résistantes; elles ne meurent pas quand on les expose, pendant dix minutes, à la vapeur d'eau bouillante (+99° environ), et, même desséchées, elles se développent encore, après avoir été exposées pendant vingt heures à la lumière directe du soleil. Cultivé à l'abri de l'oxygène, le bacille de l'œdème conserve pour longtemps intactes ses propriétés. M. Penzo a reconnu en outre que les inoculations faites avec une culture très pure du bacille (ainsi que l'ont observé MM. Vaillard et Vincent pour le tétanos) tuent les animaux, et que la mort est due seulement aux poisons qui se trouvent déjà formés dans la culture. L'action mortelle du liquide peut être exaltée par l'adjonction d'un peu de culture du *Bacillus prodigiosus* ou du *proteus vulgaris*. Le bacille de l'œdème se développe aisément dans les cultures mixtes avec ces deux derniers microorganismes, même en présence de l'oxygène, ce qui explique sa diffusion à la surface des terrains.

Ernesto MANCINI.

NOUVELLES

LES EXPÉRIENCES DE M. CHAUVEAU SUR LE CIRCUIT NERVEUX SENSITIVO-MOTEUR DES MUSCLES

C'est sous ce titre que M. Chauveau a apporté à la Société de Biologie, dans sa séance du 28 novembre dernier, un ensemble de recherches expérimentales et de considérations théoriques sur le rôle des nerfs sensitifs des muscles. Il a expliqué comment lui était venue, au *Congrès international de médecine de Londres*, l'idée de reprendre la locution pittoresque de Charles Bell. Non pas qu'on puisse admettre aujourd'hui une *circulation* nerveuse, au sens strict du mot. Mais le schéma du circuit a paru commode à M. Chauveau pour présenter ses expériences sur le sens musculaire. Il y a pourtant dans sa pensée quelque chose de plus; on sent que l'image de cette circulation lui plaît. Et, de fait, ce qu'il a vu cadre bien avec l'idée du circuit.

C'est sur le cheval qu'il a opéré, profitant de dispositions anatomiques heureuses.

Le nerf du muscle sterno-maxillaire (sterno-mastoïdien) s'épuise entièrement dans ce muscle. En remontant vers son origine, on le trouve formé par la convergence de deux rameaux, l'un, venant du spinal, et exclusivement moteur; l'autre, venant de la deuxième paire cervicale, et exclusivement sensitif. L'excitation de ce nerf sensitif dans sa continuité ou dans son bout central après section, provoque une secousse du muscle *seul*, comme l'excitation du bout périphérique du nerf moteur. Il y a là un croisement d'effets parfaitement net, à la condition, bien entendu, qu'on n'ait pas appliqué une excitation trop forte au nerf sensitif, cas dans lequel le réflexe, suivant une loi bien connue, se généralise aux muscles du même groupe.

Si on observe l'influence de l'interruption du circuit sur les mouvements volontaires du muscle, on constate que la section de la partie centripète n'amène aucun changement sensible. Ceci paraît contradictoire avec la conception même du circuit. Mais voyons la seconde série d'expériences.

La tunique musculaire de l'œsophage du cheval, dans sa portion cervicale, reçoit l'influx moteur par des nerfs descendants, venant des nerfs pharyngien et laryngé externe. La sensibilité lui est donnée par des branches ascendantes émanées du vague, sortes de récurrents pharyngiens. La répartition distincte des fibres centripètes et des fibres centrifuges dans ces deux espèces de nerfs est absolue. Les nerfs sensitifs innervent à la fois la tunique musculeuse et la muqueuse pharyngienne; mais la sensibilité de cette dernière a un rôle nul dans l'accomplissement régulier de la déglutition, comme le démontrent diverses expériences. On peut donc admettre pour ce qui suit qu'il s'agit exclusivement des nerfs musculaires.

Si l'on coupe tous les nerfs descendants, c'est-à-dire moteurs, évidemment l'œsophage est paralysé. La section de toutes les fibres sensitives (dans le tronc même des vagues) rend impossible la déglutition : l'œsophage est paralysé, ou tout au moins ataxique, sauf dans sa portion tout à fait supérieure. — Inversement, l'électrisation des nerfs sensitifs produit la même tétanisation de l'œsophage que l'électrisation des nerfs moteurs, sauf qu'il y a un retard plus sensible.

Le mode d'action des nerfs œsophagiens affecte donc tous les caractères qui justifient la conception de Ch. Bell. Quel que soit le point sur lequel on *interrompe* le circuit, l'acte physiologique régulier accompli par le muscle est aboli ou profondement troublé dans sa coordination. Quel que soit le point où l'on *excite* le circuit, la contraction des muscles suit l'excitation.

Le muscle sterno-maxillaire, lui, nous l'avons vu, continue sa fonction physiologique quand le circuit nerveux qui l'anime est interrompu dans sa portion centripète. La différence avec ce qui se passe pour l'œsophage tient-elle à ce que les mouvements du premier sont soumis à l'influence de la volonté, tandis que les mouvements du second sont instinctifs? M. Chauveau ne le pense pas. Il fait remarquer que l'œsophage est un tout complexe, tandis que le muscle sterno-maxillaire est l'un des composants du groupe des fléchisseurs de la tête, groupe uni par une association fonctionnelle très étroite. Rappelant l'expérience de Claude Bernard, qui voyait la paralysie se produire dans la patte d'un chien seulement lorsqu'il en avait coupé *toutes* les racines sensitives, il conclut qu'il faudrait sans doute sectionner les nerfs sensitifs de tous les muscles du groupe pour paralyser le muscle sterno-maxillaire.

M. Chauveau aborde ensuite la question de l'aptitude que peut avoir le circuit sensitivo-moteur des muscles de la vie animale à provoquer des mouvements coordonnés sans le concours des centres supérieurs ou psychophysiologiques. Il a obtenu des faits expérimentaux qui démontrent cette aptitude. Chez des chevaux, après section du bulbe, il a suscité des mouvements respiratoires coordonnés par l'excitation des branches perforantes des nerfs intercostaux : il a observé aussi, après section de la moelle cervicale, des mouvements de défense exécutés par les membres pour répondre à une excitation cutanée. Il serait trop long d'entrer ici dans le détail; je ne puis non plus résumer en quelques lignes l'hypothèse qu'énonce M. Chauveau sur le mécanisme intime du circuit sensitivo-moteur des muscles. Cette analyse suffira sans doute à montrer l'intérêt de cette résurrection du concept de Ch. Bell et la valeur de l'hommage que M. Chauveau a voulu rendre « à la mémoire de l'un des fondateurs de la physiologie du sytème nerveux ».

L. LAPICQUE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

Paris.— Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.